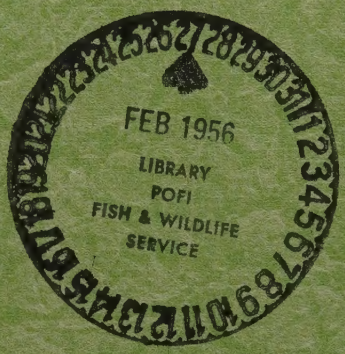
農林省
水産講習所研究報告

第5巻　第2号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 5, No. 2.



農林省水産講習所
下関市吉見

（昭和30年12月発行）

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
DECEMBER, 1955.

農林省
水産講習所研究報告

第5巻　第2号

農林省水産講習所
下関市吉見

（昭和30年12月発行）

目　　次

The Magnitude and its Rate of Diminution in the Semi-Closed Fishing Ground. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ Takerow SATOW ・・・ 1

魚類プロテアーゼに関する研究　第6報
鮪幽門垂プロテアーゼの酵素化学的性質並びに胃液の pH に就いて.
・・・・・・・・・・・・・・・・・藤　井　　実・・・15

魚類酵素の至適温度に関する研究（1）
環境水温に対する至適温度の適応性. ・・・・・・・・・・・・・武　居　　薫・・・19

魚類に分布する結晶 Guanine の研究. ・・・・・・・・・・中田　彬・松沢定五郎・・・25

ドジョウの形態学的研究
第2報　成長に伴う体形の変化に就いて. ・・・・・・・久保田善次郎・松井　魁・・・29

邦産玉貝科7種の卵塊及びその孵化幼生に就いて. ・・・・・・・・・網　尾　　勝・・・49

Contents

The Magnitude and its Rate of Diminution in the Semi-Closed Fishing Ground. · Takerow SATOW · · · 1

Studies on the Protease of Fishes. (6)
On the Enzymatic and Chemical Properties of the Enzyme in Pyloric Appendage and pH of Stomach-juice of albacore (*Thunnus alalunga*).
· · · · · · · · · · · · · · · · · Minoru FUJII · · · 15

Studies on Optimum Temperature of the Enzyme of the Fish. (1)
The Adaptation of Optimum Temperature of the Digestive Enzyme (Mackerel) on the Surrounding Water Temperature.
· · · · · · · · · · · · · · · Kaoru TAKESUE · · · 19

Observations on Crystal Guanine and its Occurence in Marine Fish.
· · Akira NAKATA and Jōgorō MATUZAWA · · · 25

Morphological Studies on the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR)
2. Changes of Shape with Advance of Growth.
· · · · Zenzirō KUBOTA and Isao MATSUI · · · 29

On the Egg Masses and Larvae of Seven Species of Naticidae (Gastropoda) from the Coastal Region of Japan. · · · · · · · · · · · Masaru AMIO · · · 49

The Magnitude and its Rate of Diminution in the Semi-Closed Fishing Ground.※

By

Takerow SATOW

Introduction

Considerations on a fishery of one species in a specified fishing ground may be classified into three cases as follows: (i), the case of a species behaving only in that area and having no connection with ones living outside —— it contains, for example, the case of some landlocked species or of some species covering its whole habitat; (ii), the case of a species coming from and going to its outer area freely —— most worker may treat of this case; and (iii), the case of a species having a one-side movement between the fishing ground and its exterior —— of course, actually it contains cases of only immigration and of only emigration within a limited period.

Of these cases, (i) or the case of so-called "closed" fishing ground may be theoretically simple though its practical treatments may be difficult or complicated as it has its meagre instances or covers an extensive scope. Though the second case is more general its considerations tend often to be difficult because of many unavoidable factors. In contrast to them the case of "semi-closed" ground contains fewer assumptions and gives several actual examples in reality, so the author wishes to consider on the last case as an approach to the case of "open" fishing ground.

In addition he wishes to report his works on the "closed" case if occassion offers and is at present working on the case of "open" fishing ground by a way different from the method in this report.

The autor wishes to report a method for estimation of the magnitude of fish recruitment and its rate of diminution in a fishing ground considered as almost semi-closed during a certain period. Such trial as this method is, of course, accustomed to presuppose some conditions, examinations on which should be carried out from all angles. However, such examinations should be often originated from biological aspects and, nevertheless, for the brevity of procedure it can not but neglect the biological details. In treating some difficulties in this method the author resorted to biologists' advices as far as circumstances permitted.

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 174.

Assumptions

A fishing ground is deemed as almost semi-closed ——— in other words, there is a fish recruitment to and no departure from this area ——— during a certain period. Such restriction is nearly acceptable in case of a newly born fish shoal or a spawning fish shoal within a limited period.

When fish groups successively enter this area as catchable objects, the amount of an immigrating group at time t may be considered as a continous variable. But in this report, for convenience' sake, we set up an assumption that N_t come in there at the beginning of the t-th unit-period.

It may be permitted to consider that the increment of average body length of a fish group per unit-period follows a mode proper to the species. Moreover, there are often some cases in which the mode of increment of body length can be considered as nearly linear.

The lowest average body length of each immigrating group ——— or, the average body length of a group just at the time of entrance as a portion of catchable stock into this area ——— is assumed as constant.

At last, an assumption that the short-term rate of decrease is constant irrespective of unit-period, is set up. And, if the length of unit-period is considerably short enough to set the natural mortality of fish as almost-negligible against the fishing mortality and there is no decrease resulting from some extraordinary causes, the short-term rate of decrease mentioned above may be considered as synonymous with the corresponding rate of fishing mortality.

Amount of recruitment and of available fishes, and the general average body length in each unit-period.

Let us denote the amount of catchable fish group entering a fishing ground, the short-term fishing rate in the t-th unit-period and the average body length of a fish group passing through (t−1) unit-periods after its entrance as N_t, f and l_t respectively (Fig. 1).

Now, if there is no fishing, the general average body length covering all fish groups in the i-th period should result as follows;

$$\bar{l}_i = \sum_{t=1}^{i} N_t \cdot l_{i-t+1} \Big/ \sum_{t=1}^{i} N_t \,. \qquad (1)$$

Then if f per cent. of each group per unit-period is consistently removed, the survival of each group is $(1-f)^{i-t} \cdot N_t$ at the beginning of the i-th period. And, the earlier a fish group enters this area, the fewer the member of a fish group survives. So the general average body length obtained

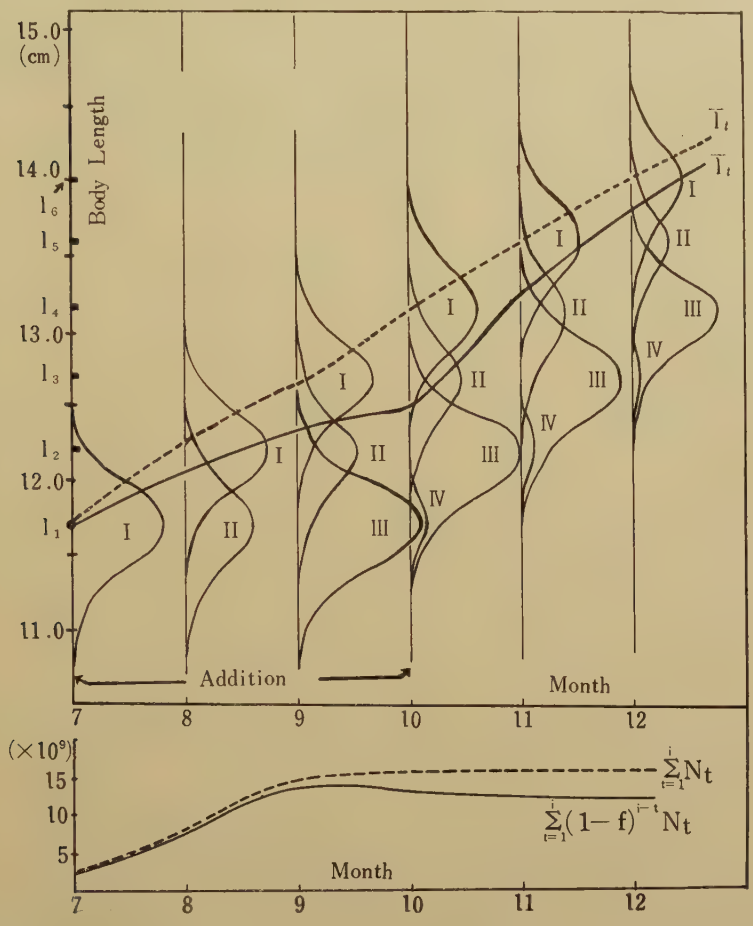


Fig. 1. Showing the mode of entrance, the mode of growth of body length of each group, the general average body length and the general average body length without fishing schematically.

actually should become smaller against the case of no fishing as follows;

$$l_1^* = \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t \cdot l_{i-t+1} \Big/ \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t . \qquad (2)$$

When i is equal to 1,

$$l_1^* = N_1 \cdot l_1 / N_1 - l_1 = l_1 ,$$

and l_1 is just the lowest average body length at the time of entrance.

Next, if the fishing operation affects every group equally*, the amount of fishes caught during the i-th unit-period is expressed as follows;

* It is assumed that the efficiency of gear affects fishes of all sizes equally. Later in this text the reader will find a consideration on this assumption.

$$C_i = f \cdot \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t \,. \qquad (3)$$

Meanwhile, the increment of average body length of a group passing through t unit-periods after its entrance, Δ_t, is a function of t and the average body length of the corresponding fish group can be rewritten as follows;

$$\bar{l}_t = \bar{l}_1 + \Delta_{t-1} \,, \qquad (4)$$

where $\Delta_0 = 0$.

Therefore, from (2) and (4),

$$\bar{l}_i^* = \left(l_i \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t + \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot \cdot_t \cdot \Delta_{i-t} \right) / \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t$$

$$= \bar{l}_i + \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t \cdot \Delta_{i-t} / \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t \,, \qquad (5)$$

and by substituting (3) into (5) we obtain

$$C_i (\bar{l}_i^* - \bar{l}_1) / f = \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot N_t \cdot \Delta_{i-t} \,, \qquad (6)$$

In the last equation its right side can be rewritten as follows;

$$(1-f) \cdot N_{i-1} \cdot \Delta_1 + (1-f)^2 \cdot N_{i-2} \cdot \Delta_2 + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + (1-f)^{i-1} \cdot N_1 \cdot \Delta_{i-1} \,, \qquad (6')$$

and, if the number of terms is not so great, the actual calculation of (6′) may not be so difficult or tedious, provided that N_t can be known.

Now, if we set up as $N_t = \lambda_t \cdot N$, then (6′) can be rewritten as $N \cdot \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot \lambda_t \cdot \Delta_{i-t}$, and, therefore, (6) may be turned out as follows;

$$C_i (\bar{l}_i^* - \bar{l}_1) / f \cdot N = \sum_{t=1}^{i} (1-f)^{i-t} \cdot \lambda_t \cdot \Delta_{i-t} \,, \qquad (7)$$

The right side of (7) may be again rearranged according to the order of f as follows;

$$N_{i-1} \cdot \Delta_1 + N_{i-2} \cdot \Delta_2 + \cdots\cdots + N_1 \cdot \Delta_{i-1} - (N_{i-1} \cdot \Delta_1 + 2N_{i-2} \cdot \Delta_2$$

$$+ \cdots\cdots + (i-1) \cdot N_1 \cdot \Delta_{i-1}) \times f + (\quad N_{i-2} \cdot \Delta_2 +$$

$$\cdots\cdots) \times f^2 + \cdots\cdots + N_1 \cdot \Delta_{i-1} \cdot f^{i-1} \,.$$

And, if the mode of growth and the type of immigration are known, the coefficients of f^{i-t} can be easily calculated separately. Then, we denote

these coefficients as κ_0, κ_1, κ_2, ……, κ_{i-1} respectively, so (7) may be rewritten as follows;

$$C_i(\bar{l}_i^* - l_1)/f \cdot N = \kappa_0 + \kappa_1 \cdot f + \kappa_2 \cdot f^2 + \cdots\cdots + \kappa_{i-1} \cdot f^{i-1} . \quad (8)$$

When t is equal to (i+1), we can formulate an analogous equation to (8) as follows;

$$C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^* - l_1)/f \cdot N = \kappa_0' + \kappa_1' \cdot f + \kappa_2' \cdot f^2 + \cdots\cdots + k_i' \cdot f^i . \quad (9)$$

From (8) and (9) we obtain the next equation,

$$\frac{C_i(\bar{l}_i^* - l_1)}{C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^* - l_1)} = \frac{\kappa_0 + \kappa_1 \cdot f + k_2 \cdot f^2 + \cdots\cdots + \kappa_{i-1} \cdot f^{i-1}}{\kappa_0' + \kappa_1' \cdot f + \kappa_2 \cdot f^2 + \cdots\cdots + \kappa_i' \cdot f^i} . \quad (10)$$

In the left side of (10) C_i, C_{i+1}, $\bar{l}_1^*$, $\bar{l}_{i+1}^*$ and l_1 are known from the actual data, and therefore, we may denote as $C_i(\bar{l}_i^* - l_1)/C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^* - l_1) = \theta_{i,i+1}$. Then we may obtain an i-th order equation of f as follows;

$$\theta_{i,i+1} \cdot \kappa_1' \cdot f^i + (\theta_{i,i+1} \cdot \kappa_{i-1}' - \kappa_{i-1}) f^{i-1} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots\cdots + (\theta_{i,i+1} \cdot \kappa_0' - \kappa_0) = 0 . \quad (11)$$

From (11) we can deduce the value of f and by substituting this value of f into eqs. (8) or (9) we can obtain an equation for calculation of N, or,

$$N \leqq \frac{C_i(\bar{l}_i^* - l_1)}{f(\kappa_0 + \kappa_1 \cdot f + \kappa_2 \cdot f^2 + \cdots\cdots + \kappa_{i-1} \cdot f^{i-1})}$$
$$= \frac{C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^* - l_1)}{f(\kappa_0' + \kappa_1' \cdot f + \cdots\cdots + \kappa_i' \cdot f^i)} . \quad (12)$$

Thus we can estimate the rate of total decrease over all periods as follows;

$$\varphi = C/N .$$

Special case in which f is considerably small and $\triangle_t$ is constant

If we can consider that f is considerably small, in the development of $(1-f)^{i-t}$ no serious difference may be thrown into the result from the neglect of terms of comparatively higher order of f. Then, if we neglest terms of

the third order and higher we obtain the next approximate equation

$$(1-f)^{i-t} \fallingdotseq 1-(i-t)\cdot f+\frac{(i-t-1)(i-t)}{2} f^2 .$$

And

$$\triangle_{i-1}=\triangle_{i-2}=\triangle_{i-3}=\cdots\cdots=\triangle_2=\triangle_1\equiv\triangle=\text{const.}$$

So,

$$\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t\cdot l_{i-t+1}-\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t\,[\,l_1+(i-t)\triangle\,]$$

$$-l_1\cdot\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t+\triangle\cdot\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t(i-t) .$$

Then from (2),

$$(\bar{l}_i^*-\bar{l}_i)\cdot\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t=\triangle\cdot\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t\cdot(i-t), \quad (13)$$

or,

$$\frac{C_i(l_i^*-l_1)}{\triangle f}=\sum_{t=1}^{i}(1-f)^{i-t}\cdot N_t(i-t)$$

$$=(1-f)^{i-1}\cdot N_1\cdot(i-1)+(1-f)^{i-2}\cdot N_2(i-2)+$$

$$\cdots\cdots+(1-f)\cdot N_{i-1}$$

$$=N_1(i-1)\,[\,1-(i-1)\cdot f+\frac{(i-2)(i-1)}{2} f^2\,]$$

$$+N_2(i-2)\,[\,1-(i-2)f+\frac{(i-3)(i-2)}{2} f^2\,]$$

$$+\cdots\cdots$$

$$+N_{i-1}(1-f) .$$

or,

$$\frac{C_i(l_i^*-l_1)}{\triangle\cdot f}=\sum_{t=1}^{i}(i-t)\cdot N_t-f\cdot\sum_{t=1}^{i}(i-t)^2\cdot N_t$$

$$+f^2\sum_{t=1}^{i}\frac{(i-t-1)(i-t)^2}{2} N_t . \quad (14)$$

Now if we denote that $N_t=\lambda_t\cdot N$,

$$\frac{C_i(l_i^*-l_1)}{\triangle f}=N\,[\,\sum_{t=1}^{i}(i-t)\cdot\lambda_t-f\cdot\sum_{t=1}^{i}(i-t)^2\cdot\lambda_t$$

$$+f_2\cdot\sum_{t=1}^{i}\frac{(i-t-1)(i-t)}{2}\lambda_t\,] . \quad (14')$$

All terms of Σ 's in the right side of (14') can be calculated from the actual data. Let us denote as

$$\sum_{t=1}^{i}(i-t)\cdot\lambda_t=\tau_1\ ,\quad \sum_{t=1}^{i}(i-t)^2\cdot\lambda_t=\tau_2 \text{ and } \sum_{t=1}^{i}\frac{(i-t-1)(i-t)\cdot\lambda_t}{2}=\tau_3\ ,$$

then we may obtain an equation as follows;

$$\frac{C_i(\bar{l}_i^*-\bar{l}_1)}{\Delta f}=\tau_1-f\cdot\tau_2+f^2\cdot\tau_3\ . \tag{15}$$

Similarly, we may obtain an analogous equation for $t=i+1$ as follows;

$$\frac{C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^*-\bar{l}_1)}{\Delta f}=\tau_1'-f\cdot\tau_2'+f^2\cdot\tau_3'\ . \tag{15'}$$

Therefore,from (15) and (15') the next equation can be deduced as follows;

$$\frac{C_{i+1}(\bar{l}_{i+1}^*-\bar{l}_1)}{C_i(\bar{l}_i^*-\bar{l}_1)}=\frac{\tau_1'-f\cdot\tau_2'+f^2\cdot\tau_3'}{\tau_1-f\cdot\tau_2+f^2\cdot\tau_3}\ . \tag{16}$$

The left side of (16) can be calculated from the actual data, so, if we denote it as k,then we can obtain an equation of the second order of f, or

$$f^2(k\cdot\tau_3-\tau_3')-f(k\cdot\tau_2-\tau_2')+(k\cdot\tau_1-\tau_1')=0\ . \tag{17}$$

By solving (17) we may gain an appropriate value of f which satisfies the condition as follows; f is a positive and considerably small value.

Actual Example

We wish to apply this method to the yearlings of sardine (*Sardinia melanosticta*) being catchable in the area including the Gotō Nada and its southern neighbourhood (off the west Coast of Kyushu) from July to December 1953. It is deemed that these yearlings can be traced back to the eggs spawned in the same area during the period January to April in the same year. And these yearlings form a catchable stock from July* to December. In January of the next year and hereafter it seems to vanish from this area. Moreover, it seems that these yearlings don't emigrate gradually from this area but conceal themselves abruptly, perhaps, at the middle or end of December.

If we can consider that each group follows the same specified mode of growth irrespective of time of spawning, it may be permitted that the length of duration in which the immigration is executed is equivalent to that of the spawning period.

* Though in 1953 there was a fishing with some catches on 10 June, it was since July that there were continuous fishing operatinos.

Though it is desirable that the length of a unit-period is specified as small as possible, we adopt one month for it from the restrictions of actual data.

Average body length and number of caught fishes can be calculated on the basis of the data furnished in "Surveys of 'Iwashi' Resources" by the Seikai Regional Laboratory of Fisheries (Nagasaki), using together with the catch statistics from the Service of Agricultural Statistics.

In our case it may be considered that the addition of fish groups has completed by $i = 4$. The mode of growth of body length is not likely to be linear, so $\triangle_{i-1}$ should be reckoned from its growth curve* already established. Then

$$i = 2 \cdots\cdots \frac{C_2(\bar{l}_2^* - \bar{l}_1)}{f} = N \cdot \lambda_1 \triangle_1 \cdot (1-f),$$

$$i = 3 \cdots\cdots \frac{C_3(\bar{l}_3^* - \bar{l}_1)}{f} = N\{\lambda_2 \cdot \Delta_1 + (1-f) \cdot \lambda_1 \cdot \Delta_2\}(1-f),$$

$$i = 4 \cdots\cdots \frac{C_4(\bar{l}_4^* - l_1)}{f} = N\{\lambda_3 \cdot \triangle_1 + (1-f)\lambda_2 \cdot \triangle_2 + (1-f)^2 \cdot \lambda_1 \cdot \Delta_3\} \cdot (1-f),$$

$$i = 5 \cdots\cdots \frac{C_5(\bar{l}_5^* - \bar{l}_1)}{f} = N\{\lambda_4 \cdot \triangle_1 + (1-f) \cdot \lambda_3 \cdot \Delta_2 + (1-f)^2 \cdot \lambda_2 \cdot \Delta_3 + (1-f)^3 \cdot \lambda_1 \cdot \Delta_4\}(1-f),$$

$$i = 6 \cdots\cdots \frac{C_6(\bar{l}_6^* - l_1)}{f} = N\{\lambda_4 \cdot \Delta_2 + (1-f) \cdot \lambda_3 \cdot \Delta_3 + (1-f)^2 \cdot \lambda_2 \cdot \Delta_4 + (1-f)^3 \cdot \lambda_1 \cdot \Delta_5\}(1-f)^2,$$

If we denote as

$$\frac{C_3(\bar{l}_3^* - \bar{l}_1)}{C_2(\bar{l}_2^* - \bar{l}_1)} = k_1, \quad \frac{C_4(\bar{l}_4^* - l_1)}{C_3(\bar{l}_3^* - \bar{l}_1)} = k_2,$$

$$\frac{C_5(\bar{l}_5^* - \bar{l}_1)}{C_4(\bar{l}_4^* - \bar{l}_1)} = k_3, \quad \frac{C_6(\bar{l}_6^* - \bar{l}_1)}{C_5(\bar{l}_5^* - \bar{l}_1)} = k_4,$$

then we may obtain next equations showing the relation between λ_j and λ_1, or

* This formula was drawn from 5) in literatures mentioned below.

$$\lambda_2 = \lambda_1 \left[k_1 - (1-f)\frac{\triangle_2}{\triangle_1} \right],$$

$$\lambda_3 = \lambda_1 \left[k_1 k_2 - k_1 \frac{\triangle_2}{\Delta_1}(1-f) + (1-f)^2 \left(\frac{\triangle_2^2}{\triangle_1^2} - \frac{\triangle_3}{\triangle_1} \right) \right],$$

$$\lambda_4 = \lambda_1 \left[k_1 k_2 k_3 - (1-f)\frac{\triangle_2}{\Delta_1}(k_1 k_2 + k_1 k_3 + k_2 k_3 - k_2 k_3^2) \right.$$

$$+(1-f)^2 \frac{\triangle_2^2}{\triangle_1^2}(k_1 + k_2 + k_3 - k_2 k_3) - (1-f)^2 k_3^2 \frac{\Delta_3}{\Delta_1}$$

$$\left. -(1-f)^3 \frac{\triangle_2}{\Delta_1}\left(\frac{\Delta_2^2}{\Delta_1^2} - k_3 \frac{\Delta_3}{\Delta_1} \right) \right],$$

and

$$\lambda_4(\triangle_2 - k_4 \triangle_1) + (1-f)\lambda_3(\Delta_3 - k_4 \Delta_2) + (1-f)^2 \lambda_2(\triangle_4 - k_4 \Delta_3)$$

$$+(1-f)^3 \lambda_1(\Delta_5 - k_4 \Delta_4) = 0 .$$

From these equations an equation of third order of f can be deduced as follows;

$$\tau_1(1-f)^3 + \tau_2(1-f)^2 + \tau_3(1-f) + \tau_4 = 0 ,$$

where

$$\tau_1 = (\triangle_5 - k_4 \triangle_4) - \frac{\Delta_2}{\Delta_1}(\Delta_4 - k_4 \Delta_3) + \left(\frac{\Delta_2^2}{\Delta_1^2} - \frac{\Delta_3}{\Delta_1} \right)(\Delta_3 - k_4 \Delta_2)$$

$$- \frac{\triangle_2}{\Delta_1}\left(\frac{\Delta_2^2}{\Delta_1^2} - k_3 \frac{\Delta_3}{\Delta_1} \right)(\triangle_2 - k_4 \Delta_1),$$

$$\tau_2 = k_1(\triangle_4 - k_4 \triangle_3) - k_1 \frac{\triangle_2}{\Delta_1}(\triangle_3 - k_4 \Delta_2) + \frac{\triangle_2^2}{\Delta_1^2}(k_1 + k_2 + k_3 - k_2 k_3)$$

$$\times(\Delta_2 - k_4 \Delta_1) - k_3^2 \frac{\Delta_3}{\Delta_1}(\triangle_2 - k_4 \Delta_1),$$

$$\tau_3 = k_1 k_2(\triangle_3 - k_4 \Delta_2) - \frac{\Delta_2}{\Delta_1}(k_1 k_2 + k_1 k_3 + k_2 k_3 - k_2 k_3^2)$$

and

$$\tau_4 = k_1 k_2 k_3(\triangle_2 - k_4 \Delta_1).$$

As each τ_j consists of only known values, we can obtain value of f by solving this equation.

Using this value of f, ratio λ_j / λ_1 can be calculated and, moreover, values λ_j can be gained from the fact that $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1$.

In our case, we obtain next values from the actual data.

Month	C_t	$\bar{l}_t^*$(cm)	$\triangle_t$(cm)
7	280.9×10^6	11.702 ($= l_1$)	
8	657.6 〃	12.038	0.552
9	941.4 〃	12.321	1.005
10	820.1 〃	12.497	1.455
11	415.9 〃	13.246	1.890
12	402.4 〃	13.828	2.314

From these values

$$k_1 = 2.177 , \ k_2 = 1.164 , \ k_3 = 0.532 \text{ and } k_4 = 1.743$$

and

$$\tau_1 = -0.4071 , \ \tau_2 = 0.9109 , \ \tau_3 = -0.4328 \text{ and } \tau_4 = 0.0068 .$$

So, by solving the equation

$$(1-f)^3 - 2.2375 \ (1-f)^2 + 1.0632 \ (1-f) - 0.0168 = 0 ,$$

we can obtain three roots of (1−f), and we adopt only a value 0.945 which seems the most appropriate value to the actual condition. Then

$$\lambda_1 = 0.320 , \ \lambda_2 = 0 \ 240, \ \lambda_3 = 0.435 \text{ and } \lambda_4 = 0.005 \text{ and } N = 15.111 \times 10^9 .$$

So

$$N_1 = 4.836 \times 10^9 , \ N_2 = 3.627 \times 10^9 , \ N_3 = 6.573 \times 10^9 \text{ and } N_4 = 0.075 \times 10^9 ,$$

Thus we obtain

$$\varphi = 0.233 .$$

Considerations

In constructing such method as shown above it is apt to give rise to serious discussions as to whether assumptions are adequate or not. Examinations of those assumptions come, of course, to be inevitable always in case of the adaptation of this method and should be executed mainly from the biologist's aspect. The author wishes to discuss somewhat on assumptions, aiming at the adaptability of this method to actual conditions.

At first, there may be two cases in the meaning of the restriction "semi-closed". One is a case treating an adult shoal and the other an newly born fish shoal. In the former cases, though we draw a rough interpretation from the catch conditions in the neighbouring areas of a fishing ground in question, "no catch" is not always synonymous with no-existence of fish. It is possible to obtain some degree of proof by means of echo-sounder. In case of the

newly born fish shoal, wherever the spawning may be performed, only groups entering this area come to be qualified for the catchable object. In case of the yearlings the presence of departure of fish from this area ought to be ascertained in the same manner as in the case of the adults. Generally, the area, covering the terminal point of migration route, appears to be semi-closed during a certain period. For example, in the area covering the Gotō Nada and its southern neighbourhood the entrance of adults for spawning commences during January and they constitute a catchable stock from January to June every year. They come already to hide themselves from this area at the beginning of July, and in a period from January to July it seems that there is no emigration during some months. And in the same area the yearlings expose themselves to fishing by the purse-seiners from the last decade of July or a little earlier to mid-December. Toward the end of December they seem to vanish suddenly to a fish. In this case it is deemed that no departure is noticed.* It is dangerous to conclude from this reason that there is no emigration from this area through this period. But from another fact that number of caught fishes per unit-effort in November is nearly identical with that of December from the data of the catch statistics,** the above-mentioned inference may be considered as almost appropriate.

Next, there are many studies on the growth of body length of different species and those general modes are already shown on the basis of data extending over several years. Nevertheless, there is still a possibility that the base time may change with the variation of the spawning period owing to annual fluctuations in the environmental conditions and others. In our case, there is no discriminating difference between the year in question and years from which the base formula of growth was deduced.

Thirdly, there is a question in the assumption that the average body length of each entering group is constant irrespectively of the time of entrance. l_1 may vary in accordance with various combinations of the mode of growth, the time of entrance and the efficiency (for example, mesh size) of gear used. If the efficiency of gear is constant throughout all the periods in question, each group persists a common mode of growth and the sequence of entrance is not disturbed, it is hardly possible that l_1 may not be constant. But there is little hope that actual examinations can be carried out from point of this problem, and from the body length composition of

* It seems that this inference is nearly appropriate from the review of the results of tag experiments performed by the Seikai Regional Laboratory of Fisheries in recent years [1), 2), 3)].

** Both values are 0.1185 and 0.1195 respectively.

fish caught we can obtain the lowest catchable body length alone. Particularly, it is possible to treat reasonably and perform some examinations on the basis of data only in case that all fishes are adults and immigrate in order of age.

Fourthly, it is comparatively facile to find out the duration of immigration in case of the yearlings. In spite of increase of $(\bar{l}_t - \bar{l}_{t-1})$, which is an increment of average body length of each group, with t, the increment of general average body length of a unit-period, $(\bar{l}^*_t - \bar{l}^*_{t-1})$, may be apparently smaller than in case of no fishing, being caused by the combined effects from the addition of a group of the smallest body length and the decrease of number of larger groups, in the duration of immigration. On the contrary, the amount of each group decreases at the same rate and concurrently the average body length of each group increases also after the completion of immigration, therefore $(\bar{l}^*_{i+1} - \bar{l}^*_i)$ may be generally larger than $(\bar{l}^*_i - \bar{l}^*_{i-1})$, provided that the addition completes by the i—th period, and later this increment may gradually become smaller again. So there must be a unit-period showing the minimum of $(\bar{l}^*_t - \bar{l}^*_{t-1})$ and this period corresponds to the time of completion of immigration as in Fig. 2. Apart from this expedient, there is a way to estimate the duration of addition from the data of spawning, based on the hypothesis the former's length comes to nearly equal to that of the spawning period in case which all groups persist in the same mode of growth. In our cases, from the reults of surveys on the spawning by the Seikai Regional Laboratory of Fisheries we deduce the next conclusion : the eggs of sardine were found there from a cruise 9~19 Jan. (in northern part) to a cruise 20~23 April (in southern part) and there was no larva during December and the larvae were, for the first time, sampled from a cruise of 9~19 Jan., and the peaks of appearence of eggs lay in the period 9~19 Jan. (in northern part) and in the period 21 Feb. ~ 8 March (in southern part), and that of larvae in the periods 9~14 Feb. (in northern part) and 27 Feb. ~8 March (in southern part) respectively. From this conclusion*,

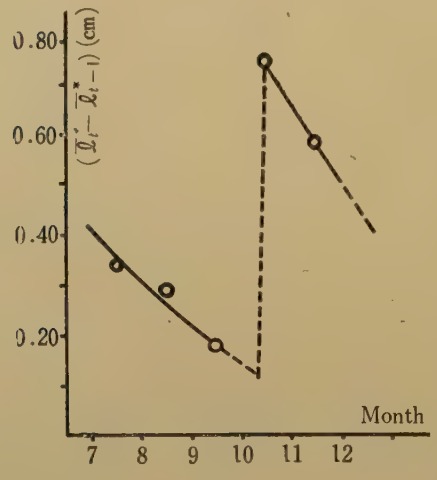


Fig. 2. Showing the change of the difference of the general average body length, $(\bar{l}^*_t - \bar{l}^*_{t-1})$, with t, in case of the yearlings (The reader is referred to the text for full account of this figure).

* These results are quoted in an approximate meaning, because these surveys were not designed statistically and quantitatively.

it may be permitted that the length of duration of immigration is considered to cover four months, from the consideration that there was a spawning from the beginning of January to the end of April. we should inspect in detail whether an immigrating shoal commenced to be fished after the completion of entrance or not, for example if fishing operations commence for the first time during November in our case, then we must treat the problem in another mode.

Next, though we always anticipate a criticism on the assumption f=const., it is nothing but an expedient method as an approximation for the purpose of simplyfing the procedure. It is natural that f may have actually different values according to the period, and though it is desirable to set f as a function of t, such procedure is extremely difficult in reality. So, if it seems that the variation of f is not so great, there may be brought about no unreasonable deviation due to this assumption. There is a trial to judge, beforehand, the goodness of application of this method by testing the value C_t / e_t, presupposing that C_t / e_t is directly proportional to the amount of available fishes at the beginning of the t−th period (Fig. 3).

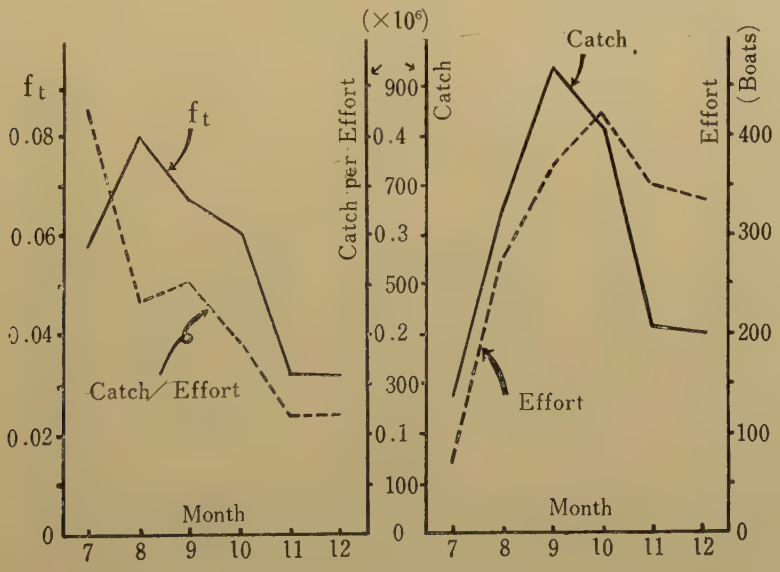


Fig. 3. Showing the catch, the effort, the catch per unit effort and f_t in the area covering the Goto Nada and its southern neighbourhood during a period from July to December 1953.
right ; catch and its corresponding fishing effort.
left ; catch per unit effort and f_t.

Though we did not refer to thus far, another assumption that there is no difference of efficiency in gear, or, for example no selection due to the mesh-size, is tacitly set up. Actually, when the body of fishes are comparatively

small and a net is used as a gear to fish, the smaller the body length of a fish group is, the greater the selection perhaps affects, with the exception of the gill net. Even if other conditions were identical, the decrease of a group that has just entered a fishing ground may show a lower rate than that of other groups that already passed through some unit-periods there, owing to the selection of a net. But there is not so unique studies on selection of gear as to be applicable to the actual cases,* so we don't refer to this point further.

As the result of application to our case, we obtain $f = 0.055$ and $\varphi = 0.233$. And we can deduce a mode of immigration, and the addition during each unit-period has a minimum in August, a maximum in September and is extremely small in Ocotber. Therefore, the rate of decrease during each unit-period is maximum in August and has the same value 0.032 in November and December after the completion of addition. It is desirable that the appropriateness of result obtained should be examined by reviewing the assumptions and comparing with the results gained from other ways, for example, from the tag experiment.

In addition, there are shown the entrance, the survival, the fishing rate, $\bar{l}_t^*$ and $\bar{l}_t$ (the general average body length when there is no fishing) in the following table.

Table

Month	Catch ($\times 10^6$)	Effort (Boat)	Catch per Unit Effort ($\times 10^6$)	Recruitment ($\times 10^9$)	Survival ($\times 10^9$)	f_t	$\bar{l}_t^*$ (cm)	$\bar{l}_t$ (cm)
7	280.9	660	0.4256	4.836	4.836	0.058	11.702	11.702
8	657.6	2785	.2361	3.627	8.182	.080	12.038	12.500
9	941.4	3688	.2553	6.573	14.098	.067	12.321	12.651
10	820.1	4222	.1942	.075	13.352	.061	12.497	13.136
11	415.9	3509	.1185	—	12.937	.032	13.246	13.596
12	402.4	3367	.1195	—	12.534	.032	13.828	14.034
Total	3518.3			15.111	$\bar{f} = 0.055$			

Litteratures

1) ANON: 1954. The Intermediate Report from the Suryeys on the Sardine Resources, Seikai Regional Laboratory of Fisheries.

2) 〃 : 1954. The Report from the Surveys on the Sardine Resources (I), Seikai Regional Laboratory of Fisheries.

3) 〃 : 〃 . 〃 (II), 〃 .

4) 〃 : 〃 . 〃 (III), 〃 .

5) SATOW, Takerow: 1953. Studies on the growth of the Sardine, *Sardinia melanosticta*, ——I. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **18** (10).

* The author himself is now studying on this problem.

魚類プロテアーゼに関する研究（第6報）

鮪幽門垂プロテアーゼの酵素化学的性質並びに胃液のpHに就いて※

藤　井　　実

Studies on the Protease of Fishes (6)

On the Enzymatic and Chemical Properties of the Enzyme in Pyloric Appendage and pH of Stomach-juice of albacore (*Thunnus alalunga*).

By

Minoru FUJII

The optimum pH of the proteolytic enzyme in the pyloric appendage of albacore is about pH 8.5 and the optimum temperature of it is about 40°C.

The percentage of the proteolytic enzyme extracted with water from powder of pyloric appendage of albacore was 76% and this extraction rate is greatly influenced by pH of added solution, namely a very large value at pH 8.5, but smaller one at acidic. The pH of stomach-juice of albacore is neutral or slightly alkaline (pH 6.8～7.3).

緒　　言

魚類プロテアーゼの研究試料として今日迄主として鰮を使用してきたが之は当地に於いて容易に且豊富に得ることの出来る材料としては鰮が主であつて大型魚である鮪，鰹の類は入手難のためである。従つて小型魚プロテアーゼの酵素化学的性質が大型魚の夫に其の儘適用し得るものか否かに就いてはやはり一応確めて置くべきである。幸にも本年1月中旬頃ビンナガマグロの幽門垂を入手出来たので常法に従つて粉末試料を調製し其の酵素化学的性質に就いて実験を行うことを得た。又当所練習船俊鶻丸が29年末より本年2月末頃迄印度洋に於いて鮪漁場調査及び鮪捕獲実習を行つたので乗船者製造学科助手田川昭二氏に鮪胃液のpHの調査を依頼したが其の結果も報告する。此の報告を行うに当り鮪材料を分与して下さつた清水食品株式会社森山保・阿部金吾の両氏，試料の採取及び調製に協力していただいた静岡水産試験場技官下田雄四郎氏，終始実験に協力された富田技官，及び田川昭二氏の労に対し厚く謝意を表する。

実　験　の　部

材料：昭和30年1月中旬清水食品株式会社清水工場に入荷中のビンナガマグロから採取し常法に従つてアセトン・エーテル処理を施した後乾燥し持帰つたものである。

1）至適水素イオン濃度に就いて

※ 水産講習所研究業績　第176号.

粉末試料0.1gに蒸溜水を添加し抽出を行い全液を50ccとなしその5ccを基質カゼインに添加作用させた後常法の通りに非蛋白態水可溶性窒素及びアミノ態窒素を求めた。防腐剤として飽和フラスキン液を反応液に添加することは従前通りである。尚基質カイゼン液は5%のものを5cc添加することに改めた。得た実験結果の一例を示すと第1表の通りである。

Table 1. Opt. pH of proteolytic activity of pyloric appendage of albacore (Thunnus alalunga). (Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 1.5 hrs. Substrate : Casein)

pH	7	8	8.5	9
NH_2—N. (cc)$\times 10^{-2}$	8.4	16.0	18.0	12.1
Non-protein soluble-N. (mg)$\times 10^{-3}$	3570	3668	3675	3650

第1表の示す様に非蛋白態水可溶性窒素及びアミノ態窒素の値はpH 8.5に於て最大値を示している。従つて至適水素イオン濃度は約pH 8.5である。

2） 至適温度に就いて

粉末試料0.5gの水抽出を行い50ccとなしその2cc宛を酵素試料とし反応液のpHを8.5，反応時間を1時間30分として夫々異なる温度に於て作用力を測定し第2表を得た。

Table 2. Opt. temp. of proteolytic activity of pyloric appendage of albacore (Thunnus alalunga). (pH of solution : 8.5 Period of react. : 1.5hrs. Enzyme : 20mg (as powder). Substrate : Casein.)

Temp. (°C)	35	40	45
NH_2—N. (cc)$\times 10^{-2}$	11.6	22.0	21.0
Non-Protein soluble-N. (mg)$\times 10^{-3}$	4635	5265	5005

次に反応液のpHを8，反応時間を2時間とし，夫々異なる温度に於ける作用力を測定して第3表の示す通りの結果を得た。又0°から60°Cの広範囲の温度間の成績を示すと第4表の通りである。

Table 3. Opt. temp. of proteolytic activity of pyloric appendage of albacare (Thunnus alalunga). (pH of solution : 8) (Period of react. : 2hrs. Enzyme : 20mg (as powder). Substrate : Casein.)

Temp. (C°)	35	40	45
NH_2—N. (cc)$\times^{-2}$	10.0	15.0	12.0

Table 4. Opt. pH of proteolytic activity of pyloric appendage of albacore (Thunnus alalunga). (pH of solution : 8.5, Period of react : 4hrs.)

Temp. (C°)	0~0.5	10	20	27	43	50	60
NH_2—N. (cc)$\times 10^{-2}$	1	2.6	9.4	14	18.6	16	5
Non-Protein soluble-N. (mg)$\times 10^{-3}$	325.7	721.7	986.7	1171.7	1431.7	1381.7	931.7

之等の結果から反応液の pH が 8 及び 8.5 のいづれに於ても両反応生成物は 40°C に於て最大値を示すから至適温度は約 40°C であると考えられるが，此の結果は大谷・原田氏等[1]のブリ・サバの幽門垂に於ける実験結果と略一致している。そして鰡類[2]の夫よりも高温に至適温度が存在するということは鮪の棲息している場所の水温が一つの原因を成しているものと考えることが出来るがそれが夫の様な因子に依つて特性づけられるものであるか否かに就いては改めて検討したい。而して温度の変化に対する非蛋白態水可溶性窒素とアミノ態窒素の増減の程度は同一でなくアミノ態窒素は25°C 或は60°C に於て作用力は相当に弱くなり 10°C 附近では作用力は殆んど無くなる。之に反し非蛋白態水可溶性窒素は前者程の変化を示さず高温60°C に於ても尚相当の作用力を示し 0～10°C の間に於ても可成りの作用力の存在することを示している。勿論酵素力は温度の高低及びその持続時間の長短に左右されるわけであるから之等の因子が試料の蛋白酵素群に夫々異つた影響を与える為めに此の様な結果を招くものであろうと考える。

3） プロテアーゼの抽出量と抽出時間に就いて

粉末試料 0.05g に約 10cc の蒸溜水を添加して常温に 1 時間時々振盪しながら放置し次に遠心分離を行つて上澄液及び固形部を分ち夫々を酵素試料としてカゼインに作用させ第 5 表の結果を得た。

Table 5. The percentage between the water-soluble-protease and the so-called absorbed protease. (Enzyme : 50 mg (as powder) Period of extraction : 1 hr, Period of react. : 7 hrs. Temp. of react. : 35°C)

Sample	Liguid-portion	Solid-portion
NH_2—N. (cc) × 10^{-2}	50.0	16.0
Activity (%)	76	24

次に 0.05 g の粉末試料 4 個に夫々 10cc の蒸溜水を加えて 30, 60, 90 及び 120分間プロテアーゼ抽出を行い夫々の抽出液をカイゼン液に作用させて得た結果は第 6 表の通りである。

Table 6. The relation of the enzyme-quantity to the extraction-time. (Condition of temp. : 35°C, Period of react. : 7 hrs. Enzyme : 50 mg (as powder).

Period of extraction (minutes)	30	60	90	120
NH_2—N. (cc) × 10^{-2}	48.4	51.0	51.0	50.4

第 5 及び 6 表の結果から水抽出プロテアーゼ量は約76%であつて尚固形部に24%程度のプロテアーゼ作用力が残存していることになる。而して常温で溶出される酵素量は 1 時間の抽出で一定値に達する。

4） 各種水素イオン濃度水溶液に依るプロテアーゼの抽出に就いて

水を抽出剤として使用した場合其の溶液の pH は約 6 である。従つて pH の異なる溶液を抽出剤として使用した場合酵素の抽出量に差異を生ずるか否かを知るため各種 pH の緩衝溶液（CLAR & LUBS の燐酸加里—苛性曹達，硼酸—苛性曹達混液使用）の一定量を固形試料に

添加して1時間抽出を行い次に遠心分離に依り上澄を分液離しその上澄液から一定量を取つて夫々カゼイン溶液に添加し反応液の pH を 8.5 に調製して作用力を測定した。　此の場合添加した緩衝液の塩類の種類及びその濃度が抽出に及ぼす影響も考えるべきであるがこゝでは単に pH の関係のみを考慮することにした。得た結果は第7表の示す通りである。

Table 7. The extraction of protease by solution of different pH. (Period of extraction : 1 hr, Period of react. : 2hrs. : Enzyme 25mg as powder).

pH	4.8	6.8	8.5	8.9
NH_2−N. (cc) $\times 10^{-2}$	18.4	21.0	23.4	21.0

第7表から明かな様に pH 4.8 の様な酸性に於ては抽出量少くアルカリ性になるにつれて多くなり pH 8.5 で最大抽出量を示している。之は鰮[2] の場合とよく一致する。

5）鮪胃液の pH に就いて

pH の測定方法は小型魚の場合と同じく胃部を切開してその内壁に東洋濾紙株式会社製の pH 試験紙を押しあてて pH を見る方法では第8表の様な結果を得た。

Table 8. The pH of stomach-juice of yellow fine tuna.

Kind of fishes	Weight (Kg)	Length (cm)	pH (Stomach juice)	Condition of fishes
Yellow fine tuna (Kihada (♂)	65.3	146	7.3	20 minutes after killed. almost empty
〃 (♂)	25.1	115	6.3	20 minutes after killed, squids b : half-digestiue.
〃 (♂)	58.0	147	7.6	Saury pike 1.

第7表の結果から鮪の様な大型魚の胃液 pH は死直後の場合明かに微酸性或はむしろ微アルカリ性に傾いていることが判る。尚此の表に示してないが死後の経過時間の比較的長いと思われる鮪の胃液 pH は殆んど 6.2～6.4 の間にあつた。　此の事実は小型魚の場合とよく一致するもので大型魚の胃消化も中性乃至微アルカリ性消化であることは明らかである。

総　　括

鮪幽門垂プロテアーゼの酸素化学的性質及び胃液の pH に就いて検討した。

1）鮪幽門垂プロテアーゼの至適水素イオン濃度は約 pH 8.5 である。

2）該酵素の至適温度は約 40°C である。

3）アセトン・エーテルで処理した粉末試料から水抽出を行う場合抽出酵素量は約 76% であつた。又抽出水溶液の pH が 8.5 の時酵素量は最大となり酸性側では少い。

4）鮪胃液の pH は鯛，フグ，ベラ等の様な小型魚の胃液の夫と同じく中性乃至微アルカリ（pH 6.8～7.3）である。

文　　献

1）大谷武夫・富士川　澪：1937. 魚類の化学，492.

2）藤井　実・富田輝雄・江良至徳：1952. 水産講習所研究報告 **2**，58～62.

魚類酵素の至適温度に関する研究—(1)

環境水温に対する至適温度の適応性※

武　　居　　薫

Studies on Optimum Temperature of the Enzyme of the Fish.——(1)
The Adaptation of Optimum Temperature of the Digestive Enzyme (Mackerel) on the Surrounding Water Temperature.

By
Kaoru TAKESUE

In spite of many observations on optimum temperature of the enzyme of the fish, none detailed enough to account for "Lower Temperature Digestion" has been published.

The fact that the optimum temperature of the enzyme of the fish is lower in the cold water inhabitant than in the warm water one appears to point to the conclusion that the optimum temperature of the enzyme is closely associated with that of environmental temperature. A question naturally suggests itself as to whether or not the optimum temperature of the enzyme of the fish changes as the environmental temperature ranges from lower to higher ones.

Casting about for a fish which enjoys considerable seasonal changes of water temperature, mackerel was chosen. Tests were made with protease of pyloric coeca of the fish caught in February (water temp. 12°C), August (water temp. 28°C), and October (water temp. 20°C) at temperatures 20°, 30°, 40°, 50°, and 60°C for respective duration 1, 2, 3, 4 and 5 hours, with the following results.

1) Shifting of the optimum temperature of the enzyme in accordance to change of environmental temperature could not be observed.

2) The optimum temperature of the enzyme changes with reaction time (digestion time).

The above seems to lead to an assumption that fishes have a mechanism to accomodate the optimum temperature of the enzyme to a temperature which stays around the environmental one, if not identical with it.

緒　　言

恒温動物にあつては，体温は酵素作用に適当な温度を示すに反し，低温動物では，体温が著

※ 水産講習所研究業績　第177号.

しく低く，若し既に報告された様に魚類プロテアーゼの至適温度が35°～45°Cの高温値を与えるものであるならば，10°～25°Cの低温を生活環境温度とする魚類にあつては，酵素力の非能率的な触媒力しか期待出来ない。然し事実は，魚類に於いても消化作用の渋滞は認められていない(低温消化)。これを説明するために魚類の消化酵素は哺乳動物のそれに比し低温でよく作用するという報告もあり[1]，又至適温度が低いという報告もあり[2]，それぞれの否定もある[3]。今仮にこの両者を肯定したとしても，未だ魚類の低温消化が完全に説明されたとは思えない。

酵素の見掛けの消化力（反応速度）は，作用温度と共に促進されるが，一方作用温度が高まれば，それに伴い酵素自体の受ける失活も増大するはずであるから従来の結果は見掛け上の至適温度であつて，実はこれよりも可成り低温に真の至適温度が存在するのではないかと思われる。石田[1]・BERRILL[5]は，酵素の至適温度に関与する諸要因のうち，特に作用時間の長短が至適温度を左右する重要な因子であることを見ている。即ちブタ肝臓アミラーゼでは作用時間が，1～3時間では至適温度が38°—40°Cであるものが，90時間では25°Cとなり[1]，ホヤの一種のアミラーゼでは，1時間で45°Cのものが，57時間では13°Cを与えている[5]。而もホヤでは適水温が15°C附近にあり，餌が鰓嚢から肛門に至る時間が35時間であることを見ている。従つて酵素の至適温度を測るには，魚類自体の消化時間を考慮した上で決めるべきだと思われる。最近福田[6]は数種の供試動物についてその肝臓カタラーゼの種々の温度と時間に於ける反応速度恒数よりQ_{10}を求め，$Q_{10}=1$なる点の温度より至適温度を求め（初反応至適温度），それと棲息温度とを比較した結果，両者がよく一致することを見た。即ち動物酵素の至適温度が環境温度によつて異り，それぞれ環境温度に対して特異性のあることを認めた。

ところで，魚類にあつては同一種と雖も常に同一温度の水界に棲息出来るものではなく四季の遷移に伴い常に棲息水温の一定しない水界に棲むものである。環境温度によつて至適温度を異にするものならば，魚類にも，かかる可変環境水温に対する順応がなくてはならないはずである。適水温を追つて洄游する魚族でも可成りの環境水温の変化は，まぬがれないものであるから。

著者は酵素の至適温度を知る目的の一つとして，その環境水温に大きな差異がある鯖の特に幽門垂プロテアーゼについて，2月（水温12°C）と8月（28°C）及びその中間の10月（20°C）の試料を用いて各種作用温度・作用時間により，その至適温度を比較したところ次の様な結果を得た。

（1） 環境水温を異にする試料酵素の至適温度の差異は全く認められない（Fig. 2・3・4)。

（2） 作用時間によつて至適温度が変ることを再確認した。

非能率な触媒力しか期待出来ない環境水温にあつて魚類の消化に渋滞が認められない事は，上述の結果から判断して，その環境水温と同一，若しくはそれに近い温度が，便宜上至適温度となる様な消化機構を有するものと考えられる。

本文を草するに当り，種々御便宜を与えられた本所松井教授並びに有益な助言を頂いた藤井教授に深謝の意を表する。

実　験　方　法

（1） プロテアーゼ供試液

鮮度比較的良好と思われる[7]鯖幽門垂を再溜水で洗滌後，アセトンで2分間振盪を再度繰

返したのち，エチールエーテルにて同様処理して脱水脱脂した粗乾燥物を真空デシケーター中に放置し粉末としたものを1%酵素液として供試した。

（2） プロテアーゼ活力の測定法

100 cc 容三角フラスコに上記酵素液 5 cc をとり作用温度に5分間保つた后，予め同温度に保つた2%カゼイン溶液（カゼイン2gを15/M Na_2HPO_4液75 cc に加熱溶解し 10/N NaOH 液で pH−8.3にしたもの）5 cc，燐酸塩緩衝液 20 cc を手早く加え，正確に一定時間経過したとき 0,4M CCl_3COOH 液 10cc を吹き込み酵素力を停止させると同時に未反応のカゼインを沈澱させ，20分間放置后濾過し，その濾液について常法によりCCl_3COOH 液可溶性全窒素を定量した。尚蒸溜水はすべて再溜水を用い，防腐剤としてトルオール 1 cc を加えた。

実　験　結　果

（1） 鯖幽門垂プロテアーゼの至適 pH に就いて

上記の測定方法により作用時間 60 分，作用温度 40°C として試験した結果 pH＝8.3 を得た（Fig. 1）。此れは，既往の実験結果[8] に比し幾分高い値を示した。

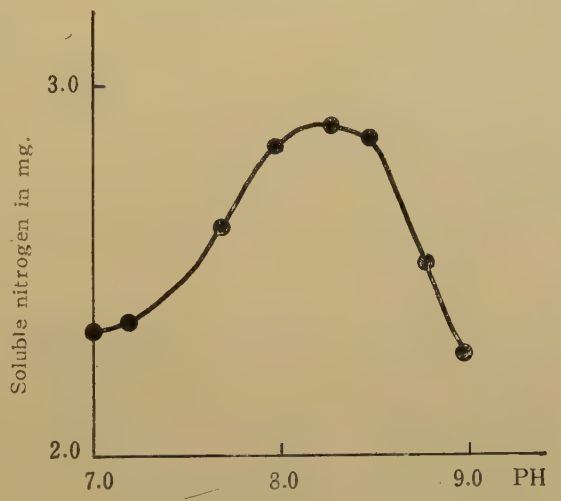


Fig. 1. Influence of pH on the protease in mackerel.

（2） 至適温度と作用時間との関係

既往の結果[1),5)] と同様作用時間の長短によつて至適温度が異ることを見た。即ち作用時間を1時間とした場合には，各試料共 44〜46°C，3時間とした時には 38〜40°C，4時間では 34〜36°C で，更に5時間とした場合には 32—34°C を示した。（Fig. 2, 3, 4）

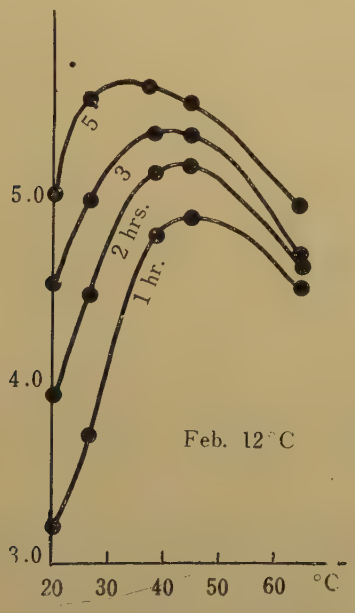


Fig. 2. The curve showing the opt. temp. of the protease on various reaction in mackerel. (Feb. 12°).

（3） 至適温度と環境温度との関係

本魚は済州島・対馬近海では周年漁獲され，下関漁港に水揚げされるが，従つて時季により環境水温の変化も可成り大きいものがある。そこで環境水温を大いに異にする時季の試料について実験した。即ち

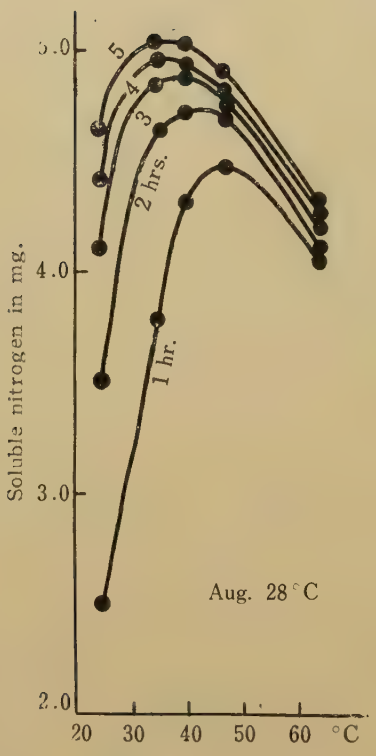


Fig. 3. The curve showing the opt. temp of the protease on various reaction time in mackerel (Aug. 28°C.)

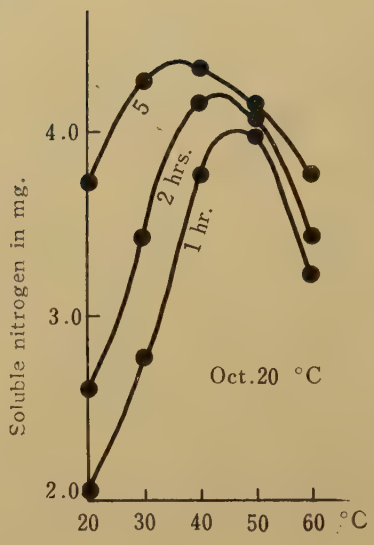


Fig. 4. The curve showing the opt. temp. of the protease on various reaction time in mackerel (Oct. 20°C).

A； 2月鯖……2月18日対馬にて採取水温 12°C。

B； 8月鯖……8月20日済州島にて採取水温 28°C。

C； 10月鯖……10月25日済州島近海にて採取水温 20°C。

その結果はA，B，C共に全く同一な至適温度を示し（Fig. 2, 3, 4）環境水温の変化に適応して変動するものではなく，特有のものであることが解つた。

考 察

以上の実験結果から魚類特に鯖については環境水温の可成りな遷移にあつても，それに対して消化酵素の至適温度が不変であることから至適温度と棲息温度には関係がない様に思われる。このことは既往の諸説を否定することになる。

従来，至適温度と棲息温度がよく一致した報告がある[6]。それに依ると冷水性魚類と温水性魚類の棲息温度の差は魚種によつても異るだらうが大体5～10°C 程度であり，この比較的僅かな温度差にも拘らず，至適温度にはつきりと区別が認められている。

本実験の場合には 10～15°C 棲息温度差をもつにも拘らず，至適温度に全然差異が認められない事実は上述の事実と併考して注目に値する問題である。高木[9]は，数十種の海藻カタラゼーにつき，その至適温度を精査し，海水温の季節的変化に伴い，その至適温度に変動のない

ことを報告していることからも，環境水温に対する適応性のないことが類証される様である。

非能率な触媒力しか期待出来ない低い環境水温にあつて，消化に渋滞が起らないと云うことは従来の結果からでは，その低温消化を説明出来ないが，事実活動性に富む回游魚にあつては，相当なエネルギーを必要とし，それがためには迅速且能率的な消化が行われなければならない。とりとて，強力な活力を有する酵素も未だ発見されていない。これを説明するためには本実験の2つの結果と，BERRILL[5]の結果から推して結局はその棲息水温と同一，若しくはそれに近い温度が，便宜上至適温度となる様な消化機構を有するものとは考えられないだろうか。

即ち，作用時間によつて至適温度が異るという結果から，棲息温度の高いときは比較的短時間で，低い時は長時間に亘つて消化を行い，魚類固有の消化酵素の活力と棲息温度とを有機的に結び，所謂低温消化を円滑にしているのではないかと思う。

次に各作用時間に於ける至適温度を結んで得られる至適温度変異線（Variation line for opt. temp.）は本実験の場合，ほぼ直線で，この直線の示す傾きは酵素量によつて異るので，これについては本魚の消化時間の推定と同時に次報に述べることとする。

摘　　要

鯖幽門垂プロテアーゼの至適温度について，棲息温度を可成り異にする2月・8月・10月の三試料について比較し，環境水温に対する適応性を検討した。

（1）環境水温差による至適温度の変動は全く認められない。

（2）作用時間によつて至適温度は異り，作用時間が長ければ長いほど至適温度は低くなり，本魚の場合では作用時間1時間差で約5°Cの変動がある。

（3）以上の結果より魚類の低温消化の機構について若干の検討をした。

文　　献

1）LUCHAN：1937. Winterstein, H. Handb. d. Vergleichenden Pysiol., 2, 1099.

2）大谷武夫・中井甚二郎：1937. ヒメマスの蛋白消化酵素に就いて，日水学，**9**（1），45～49.

3）CHESLEY, L. C.：1934. The influence of temperature upon the Amylase of Cold-and Warm blooded animals, Biol. Bull., 66, 330～338.

4）石田寿老：1935. 魚類 Amylase の最適温度について，動雑，**47**（565），717—728.

5）BERRILL, N. J.：1929. Digestion in ascidians and the influence of temperature, Brit. Jour. exp. Biol., 6, 275～292.

6）福田博業：1954. 魚体カタラーゼの研究—IV. 魚肝カタラーゼの至適温度について，日水誌，**20**（6），512～519.

7）鈴木秋果・森尾忠夫：1953. 魚類内臓の蛋白酵素に関する研究—I. 幽門垂プロテアーゼについて，南水研誌，1，52～57.

8）大谷武夫・畑中主計：1927. 鯖の幽門垂に於ける蛋白酵素に就て，水講試報，**22**（5），352～359.

9）高木光造：1953. 海藻のカタラーゼに関する研究—II. 海藻カタラーゼの Opt. temp. に就いて，日水学，**19**（7），803—808.

魚類に分布する結晶 Guanine の研究※

中　田　　彬・松沢定五郎

Observations on Crystal Guanine and its Occurence in Marine Fish.

By
Akira NAKATA and Jōgorō MATUZAWA

1. The crystal guanine is found in such areas as follows : (a) on scales, (b) on epidermis, (c) beneath transparent epidermis, (d) in diaphragm, (e) on inner surface of air bladder, (f) on inner surface of spinal sheath, and (g) on inner susface of luminous organ.

The crystal guannine layer is thus limited to such a bordering surface. Coupled with this, some physical properties (e. g., those in relation to light, and aqueous or nonaqueous sol) maythrow some light on biological siginificence of crystal guannine layer in fish.

2. Two crystal forms are recognized : hexagonal and needle forms. Hexagonals are distributed on outer surface of body, whereas needles are mostlye found on inner or beneath outer surface.

But in only one fish, *Trichiurus lepturus* (Temminck et Schlegel) needles are found on outer surface of its body.

Hexagonals are too thin to measure its thickness : they vary in size even in the body of the same individual. Their ratio of length to width differ in different species, but it is not so different in those found in specimens of allied species, Needles are abundantly found on outer surface of body of the fish, *Trichiurus lepturus* (Temminck et Schlegel), and they are far larger than those occurring on inner surface of other fishes.

3. It may be mentioned that luminous guanine which can be detected by its peculiar luster mostly occures in diaphragm.

緒　　言

水産工芸品は此30年間に著しく変化した。即ち合成樹脂工業が発展し，類似品をより安く且より美しく供給した為又国民の服飾法に変化があつた為珊瑚鯨鬚等の工芸品は衰滅し，鼈甲も其傾向にあり，貝殻工芸品も其前途は楽観を許されない。然るに太刀箔(Pearl essence)[1),2)]のみは此新興工業と相俟つて其利用範囲を拡大しつつある。其関係製品の輸出月額は最近2億円を超えることもあり，年額20億円以上に達している。世界に於ける結晶 Guanine の生産状況を見ると我邦ではタチウオのみを原料とするので其製品を太刀箔又は魚鱗箔と称し，諸外国では各種魚類を利用し其製品を Pearl essence と云う。仏独では Ablett 其他の淡水魚，

※ 水産講習所研究業績　第178号.

独北欧ではニシン，米ではニシン Menhaden イワシ shad 等が主に利用されている。欧米各国間では夫々 Pearl essence の輸出入があり我国に於いては米より年間約2億円の輸入があり，輸出はないが其加工製品は前記の如き対米輸出がある。

精製方法の進展の跡を概観すると，Bethe が Pearl essence の本体は結晶 Guanine であることを立証し，最近小幡氏がこれを再確認している[3]。次いで強アンモニア水を適用することが案出され，原液の貯蔵及精製に進歩を示し，更に Harden F. Taylor が Pepsin による精製法を発明し高純度のものが簡易に得られる様になつた[4]。然し現在米より輸入される Pearl essence を見ると尚黒色物質の除去が充分でないと見られる。結晶 Guanine の利用法は当初に於いては水に分散しゼラチンを固定剤とする方法であつたが，次で非水溶媒に分散せしめ，セルロイドを固定剤とする方法に進展して現在に至り，最近では合成樹脂中に分散せしめ，其のまま成形する方法も行われている。

光彩に就いては光干渉を応用して虹彩を呈発せしめる発明があり各国に其特許が多い。結晶 Guanine の現在の工業的使途は模造真珠，セルロイド，合成樹脂及塗料の真珠光沢剤である。如上の事態を確めて筆者等は邦産魚類の結晶 Guanine を探究し，其魚種別性能を明にする事，又国状に適する精製法を検討する事の必要を認めて其研究に従事している。

次掲の項は一応纏めたので茲に報告する。

結晶 Guanine の分布

海産魚中に分布する箇所で筆者等の確認せるものは次の通り。

（1）鱗の外表面一層状に分布し，此著明な魚類は次の通り。マダイ，キダイ，チダイ，ニベ，コイチ，キングチ，ギングチ，マイワシ，ニシン，ウルメイワシ，ヒシコイワシ，サンマ，イトヨリ，ヒラ，マエリ，ボラ等。

（2）表皮の外表面一網目状（鱗を包む表皮部）に層状分布し，此著明な魚類は同上。

（3）透明なる表皮の下一層状に分布し，此著明な魚類は次の通り。タチウオ，マサバ，ゴマサバ，サヨリ，マイワシ，ウルメイワシ，カナトフグ，ギンザメ等。

（4）体腔膜一薄く分布する。

（5）鰾一其最内表面に透明薄膜があり，其次に層状をなして分布する。この魚類はハモ，ギンアナゴ等。

（6）脊髄鞘一其内面に層状に分布する。此魚類はサヨリ等。

（7）発光器官一其内面に分布する。

以上を要約すると，此分布は界面（内面又は外面）に又は其に近接している事になる。此事実と結晶 Guanine の特性（特に光水及油に対する）の二つは Guanine 層の生理的機能を考察する場合には重要な事項となろう。

又資源的に見ると，濃密な分布即ち量産の対象となり得るものは（1）と（3）とであり，我邦の水産製造の現状から副産的に得ようとすれば清鉾罐詰及ニシン加工業が主となろう。

結　晶　形

（1）結晶形の観察は立体的に行う必要を認たので次法によつた。液体パラヒン8，揮発油2の混液中に試料を分散せしめ，其一滴をとり検鏡した。揮発油の蒸発により試料液面に渦動が起り，結晶片の緩漫な転動を誘発して其正面，側面の観察が可能となつた。次掲の写真は如

斯撮影したものである。従て此像は正確な正面或は側面を示すものでなく，幾分斜面を表わしている。

（2） 結晶形は分布する箇所によつて異り二系がある。其一は六角形で外表に分布する。其二は小形の柱状で内層或は内表面に分布する。

（i） 六角結晶は厚さがなく，顕微鏡下一線に見える。（まだいのそれには厚さのあるものも見た）。

（ii） 六角結晶は魚種により，長と巾との比が異る。分類上近接している魚種では其比が似る。

（iii） 六角結晶の大きさは同一魚体にあつても大小がある。異種魚の最大を較べると差がある

（iv） タチウオの結晶形は他と異り，其転動中常に一定の巾を示すので柱状と判定される。其長は甚長い。又完全形と想定されるものの影像は極めて細長い六角形を示す。

（v） 内層或は内表面に分布する結晶は柱状と判定され，其長はタチウオのそれに比し甚だ短い。

（3） 結晶と光沢との関係について観察結果を述べると次の通り。即ち

（i） 外表に分布す結晶が内表に分布するものより一般的に光沢が強い。

（ii） 六角結晶中には光沢の強いもの（例，タイ）と其弱いもの（例，マエソ）がある。

（iii） 小形の柱状結晶の光沢は弱い。然し大形柱状結晶（例，タチ）のそれは強い。

如上の観察を綜合すると，光沢は其結晶形に起因すると云うよりは他要因によるものと考えられる。

文　　献

1） 宝来利一：1936. 人造真珠，水産研究誌，**21** (8).

2） ――――：1937. ――――　**22** (11, 12).

3） 小幡弥太郎：1950. 魚鱗箔の研究，水産学会誌，**16** (4).

4） HARDEN F. TAILOR：1923. Pearl essence, Marire Products of commerce, 161～166.

PLATE I

Showing the crystal forms of guanine

1. On scale
2. On epidermis
4. In diaphragm
Tains tumifrons (キダイ)

4. On scale
5. On epidermis
6. In diaphragm
Chrysophrys major (マダイ)

7. On scale
8. On epidermis
Evynnis japonicua (チダイ)

9. On scale
10. On epidermis
Sardinia melanosticta (マイワシ)

11. On scale
12. On scale
Eirumeus micropus (ウルメイワシ)

13. On epidermis
Eirumeus micropus (ウルメイワシ)

14. On epidermis
15. On epidermis
Ilisha clongata (ヒラ)

16. On scale
17. On epidermis
Engraulis japonicaus (ヒシコイワシ)

18. On scale
19. On epidermis
Nemipterus virgatus (イトヨリ)

20. On scale
21. Under epidermis
Beryx splendens (キンメダイ)

22. On scale
23. Under epidermis
Saurida undosquamis (マエソ)

24. Under epidermis *Trichiurus lepturus* (タチウオ)

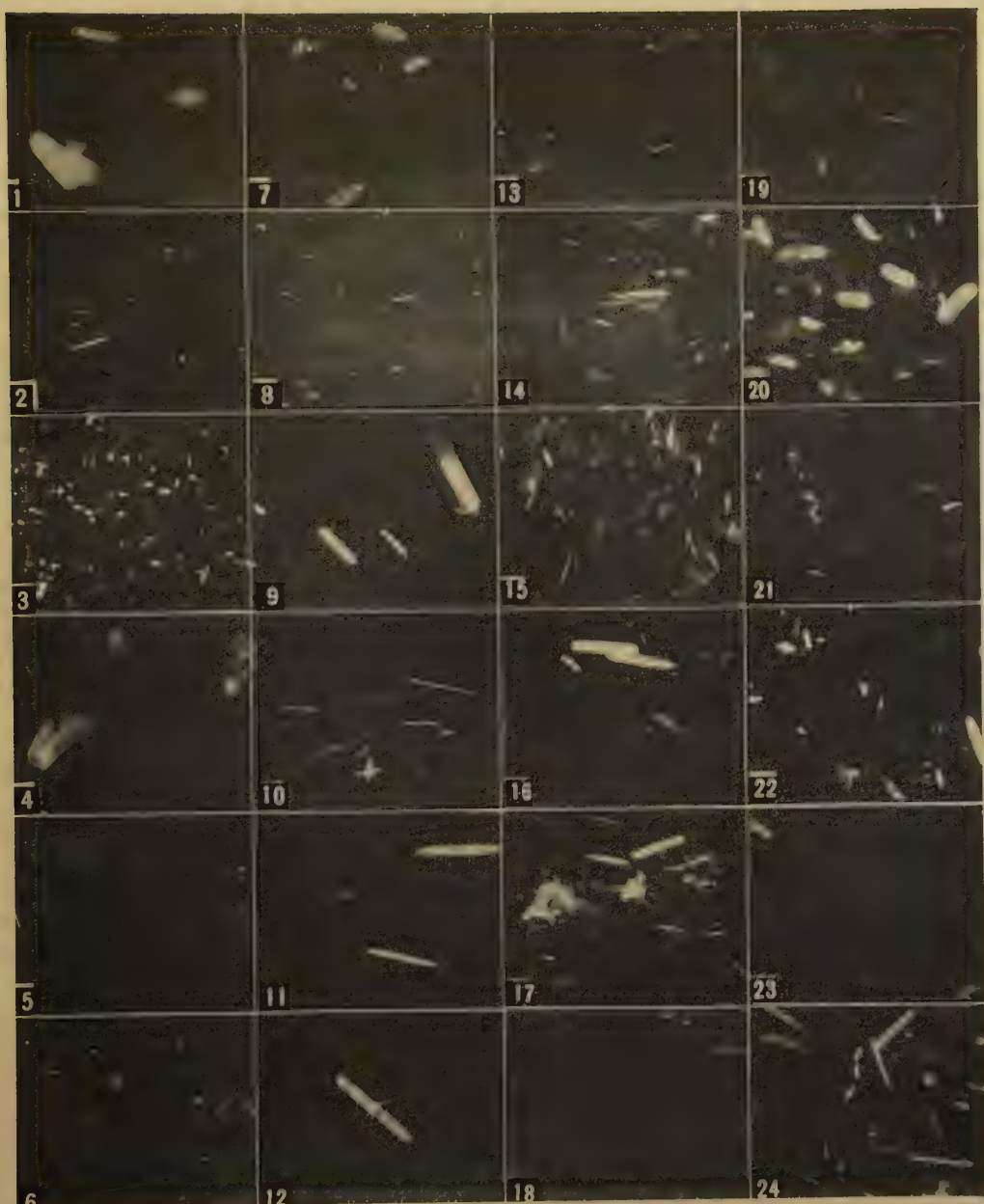

1
7
13
19
2
8
14
20
3
9
15
21
4
10
16
22
5
11
17
23
6
12
18
24

PLATE II

Showing the crystal forms of guanine

25. Under epidermis — *Trichiurus lepturus* (タチウオ)

26. On scale
27. Under epidermis
28. In diaphraagm
— *Parapristipoma trilineatum* (イサキ)

29. On scale — *Caprodon schlegeli* (アカイサキ)

30. On scale
31. Under epidermis
— *Scbastodes inermis* (メバル)

32. In diaphragm — *Bothidae* (ヒラメ)

33. Under epidermis — *Sphaeroides spadiceus* (サバフグ)

34. Under epidermis — *Chelidonichthys kumu* (ホウボウ)

35. Under epidermis — *Lepidotrigla microptera* (カナガシラ)

36. On scale — *Apogonichthys carinatus* (マトイシモチ)

37. On epidermis — *Apogonichthys corinatus* (マトイシモチ)

38. In diaphragm — *Watasea sivicola* (シヲイタチ)

39. In diaphragm — *Apogon lineatus* (テンジクダイ)

40. Under epidermis
41. Under epidermis
— *Chimaera phantasma* (ギンザメ)

42. On scale
43. On epidermis
44. In diaphragm
— *Leiognathus rivulata* (オキヒイラギ)

45. Under epidermis
46. In air bladder
— *Muraenesox cinereus* (ハモ)

47. On scale
48. On epidermis
— *Laicolabrax japonicus* (スズキ)

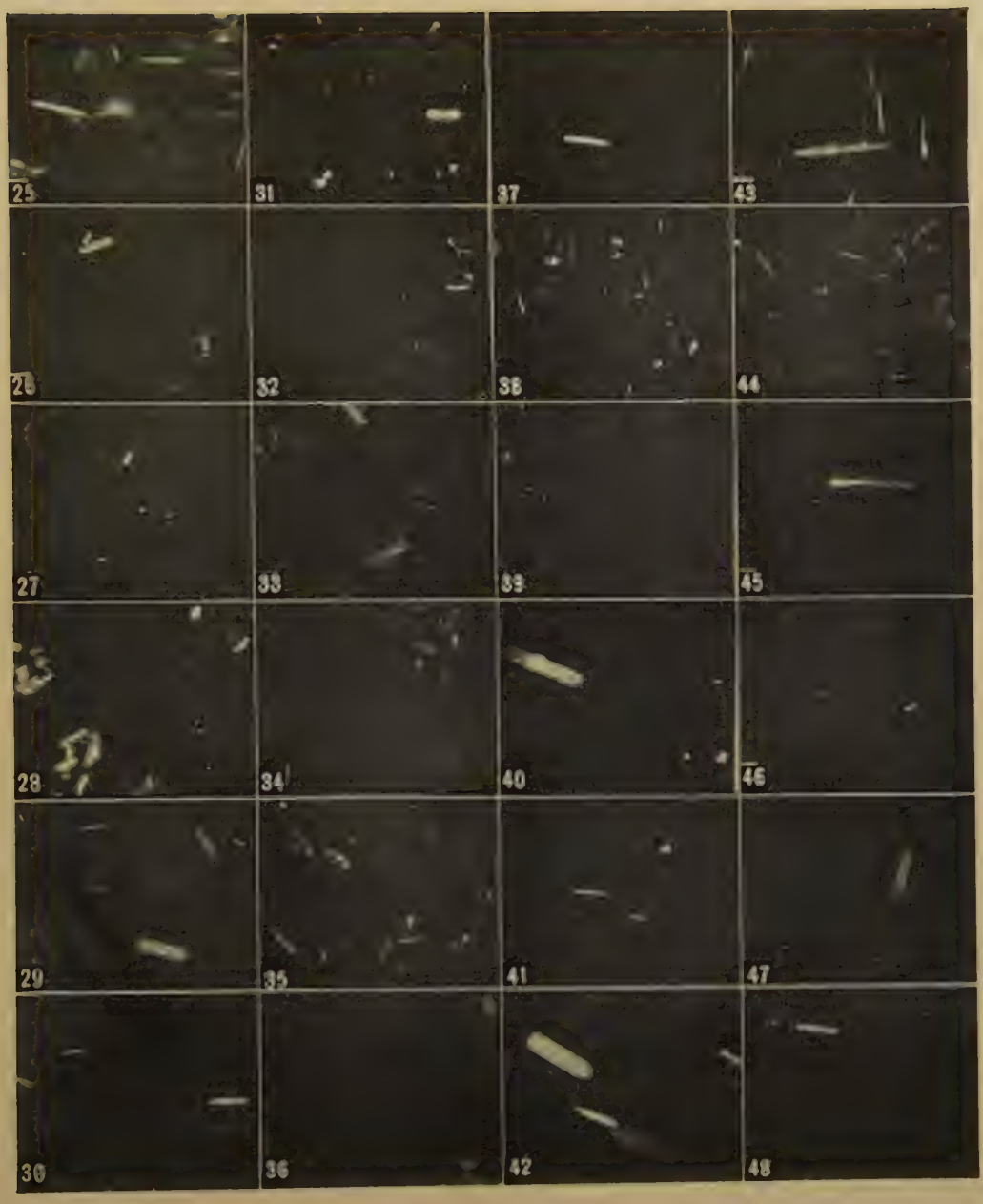

25
31
37
43
26
32
38
44
27
33
39
45
28
34
40
46
29
35
41
47
30
36
42
48

PLATE III

Showing the crystal forms of guanine

49. Under epider — *Latelolabrax japonicus* (スズキ)

50. On scale, 51. Under epidermis — *Nibea argentata* (シログチ)

52. On scale — *Nibea imbricate* (ホンニベ)

53. On on scale — *Pscudosciaena manchurica* (キグチ)

54. Undere pidermis, 55. Under epidermis — *Scomber japonicus* (マサバ)

56. Under epidermis — *Katsuwonus pelamis* (カツオ)

57. Under epidermis — *Auxis tapeinosoma* (マルソウダ)

58. On scales, 59. In diaphragm — *Caranx equula* (カイワリ)

60. Under epidermis — *Trachurus japonicus* (マアヂ)

61. Under epidermis — *Decapterus maruadis* (マルアヂ)

62. On scales, 63. In diaphragm — *Sillago sihama* (キス)

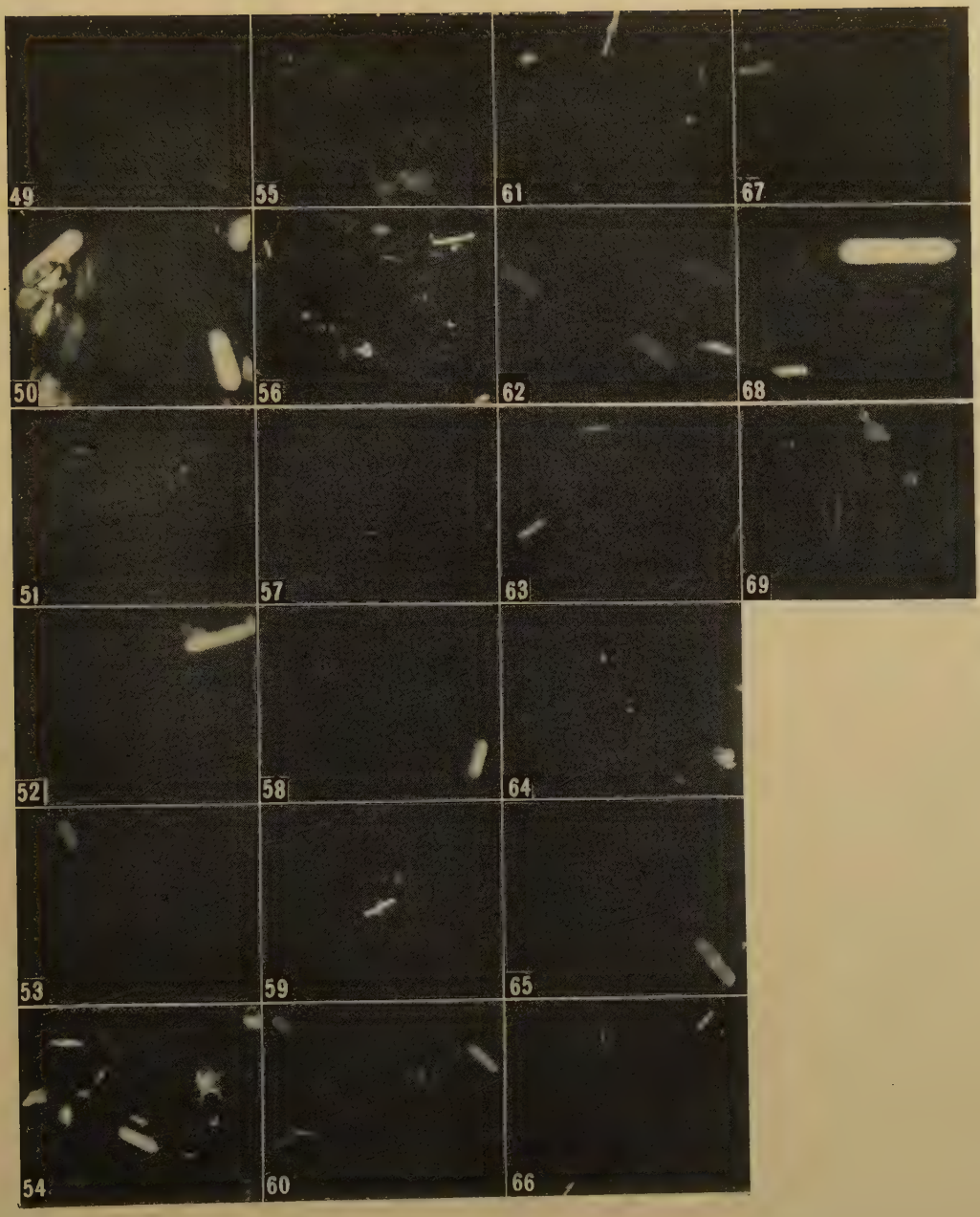
64. In diaphragm — *Apogonn lineatus* (ネンブツタイ)

65. On scales — *Ditrema temminckt* (ウミタナゴ)

66. On epidermis, 67. Under epidermis — *Pscaopsis anomala* (イボダイ)

68. On scales — *Unknoun* (シロムツ)

69. In air bladder — *Acanthoccpola limbata* (イツテンアカタチ)


49
55
61
67
50
56
62
68
51
57
63
69
52
58
64
53
59
65
54
60
66

ドジョウの形態学的研究

第2報　成長に伴う体形の変化に就いて※

久保田善二郎・松井　魁

Morphological Studies on the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR)

2. Changes of Shape with Advance of Growth.

By

Zenziro KUBOTA and Isao MATSUI

1) Coefficient values of frontal edge of eye-ball, back end of opercle, respective insertions of dorsal fin, ventral fin, anal fin, and anus are smaller in adult than in fry. Coefficients are here understood to denote quotients obtained by dividing respective distances from snont by body length.

2) Proportion of snout length to head length is larger in adult than in fry.

3) Coefficients of the base of anal fin and caudal peduncle do not change in process of growth.

4) Coefficients of fin length are larger in fry than in adult, and the largest value is obtained when 1.0～2.9cm in body length. But the coeffecient of length of ventral fin increases till body length grows to 3～4cm, no decrease being observable as in those of other fins.

5) Coefficient of body height is somewhat larger in adult than in fry and the coefficient of body width increases till body length grows to about 5cm, it decreases until 7～8cm in body length, and it again increases afterward.

6) Of the values of Fo in homogeneity tests for averages of several coefficients on the body the one for the position of the pectoral fin is the largest. It becomes smaller as the part shifts toward head and back ends.

7) Of the averaged coefficients of several positions on the body no difference between corresponding ones of adult and fry obtains at the latest on the position of the posterior part of opercle and on the position of pectoral fin. Earlier gain is observable as the location approaches both ends.

8) The difference between adult and fry in relation to the coefficients in general is nullified when the fish is over 7cm in body length. This stage corresponds to time of appearance of sexual characters.

9) In the male the averaged coefficients show no difference between adult and fry when the fish measures above 9cm in length.

10) The coefficients behave differently before and after the appearance of

※ 水産講習所研究業績　第180号.

sexual characters. Before that period they decrease in areas anterad from posterior margin of opercle, but they decrease or stay the same in areas posterad from the mark. Afer sexual characters have appeared, the coefficient of the distance from insertion of ventral to anus decrease whereas that of the distance from insertion of anal to anus increases.

11) All the coefficients of respective distances of bodily parts do not differ from those of adult when the fish attains a length of 8cm.

12) It seems that the period when the coefficients cease to differ from those of adult stands in close relation to maturity of gonad and general activities.

緒　　言

ドジョウの外部形態に関して従来行われた研究は，可成り多く，それを大別すると1）第二次性徴，2）幼期に於ける形態の変化，となる。1）に就いては，林（1901）[3),4)]，岡本（1921）[17),18)]，H. RENDAHL（1933）[20)]，松井（1934）[11)]，V. D. VLADYKOV（1935）[21)]，池田（1936）[6)]，内田（1939）[23)]，塚原（1948）[22)]，小林（1951）[9)]，久保田・松井（1955）[11)]，2）に就いては，小林（1922）[8)]，岡田・清石（1938）[19)]，川村（1944）[7)] 等の諸研究がある。然るにこれ等は何れも成長過程の一時期を取扱つており，稚魚から成魚に至る迄の連続的な形態の変化に就いては研究されておらず，又，計測を主としない観察に留つている。

筆者等は，この点に注目し，稚魚から成魚に至る間の体形の変化過程に就いて，推計学的に解析を試みた。

材料及び方法

供試材料は1952年7月より1954年8月に亘り，山口県下関市吉見町の永田川附近で採捕し，10%ホルマリン溶液で固定した標本の中より129尾を選んで供試した。

測定部位は，第1図に示す如く，18個所である。これ等の中，体長は吻端より脊椎骨後端迄の距離（Urostyle を含む），尾鰭の長さは，全長より体長を差引いた距離，体高は脊鰭前基部に於ける体の高さ，体幅は鰓蓋後端と脊鰭前基部との中間部に於ける体の幅でもつて示した（第1図）。

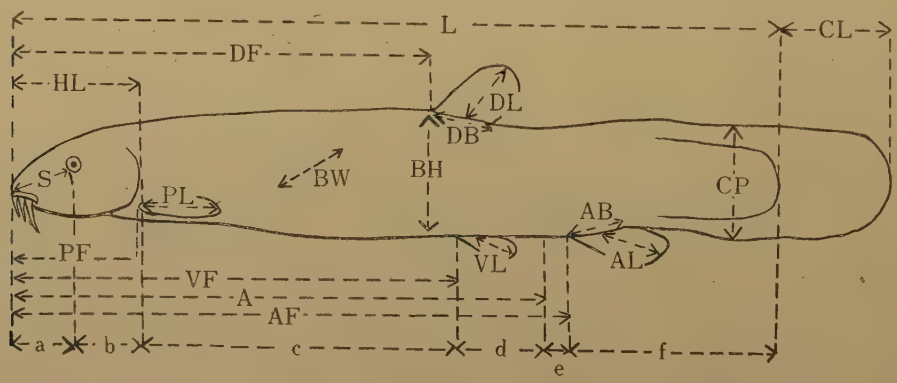


Fig. 1. Items of measurements.

測定方法は，ミクロメーター及びメカニカルステージ並びに両脚器を夫々併用して，0.1mmの単位迄読み取つた。性別は，その判別誤差を無くする為に，性徴が明確に判別される体長70mm以上の個体に就いてのみ行つた。

成長に伴う各測定部分の変化に就いては，各々の体長に対する割合を求め，成魚のそれとを比較した。

体の軀間の変化に就いては，雄魚を除いた標本を使用し，魚体を6軀間に分け（第1図），これ等の各軀間長を各々の体長にて除して値を求め，成魚と比較した。

実験結果

1）測定部位の変化

各個体の係数値（%）と体長との関係を第2図に，そして又，各個体を級間10mmの巾の体長別とし，その各級間に属する個体の係数平均値を求めて第1表に示した。一，二の例外を除いて各測定部位の係数値は，曲線で示され，成長過程に於いて変化しており，成魚（筆者等の研究[10]範囲内では，ドジョウの生物学的最小形は，雄魚では体長69mm，又雌魚では83mmである）又はそれ以前の時期に安定した値をとる事，更に性徴となる各鰭の長さ，臀鰭基底長，尾柄高に於ける係数値の曲線は，既に筆者等[9]が報告した様に，雌魚では性徴出現前からの線の延長されたものであり，雄魚では，その線に対して派生的である事がこの図から判断出来る。この理由から，稚魚と雌の成長とを各部分の係数値に就いて比較すれば，体軀幹の測定部位では，頭長及び脊鰭，胸鰭，腹鰭，臀鰭，肛門の各位置で，稚魚の方が成魚よりも大きく，体長10～19mmで最大の値を示す。吻長／頭長の係数値は，成魚に比較して体長10～19mmの個体で小さいが，後述する様に，吻長／体長の係数値は，稚魚よりも成魚の方が小さい。これは成長に伴つて吻長の体長に対する割合の減少よりも，眼球前縁より鰓蓋後端迄の距離の体長に対する割合の減少が大きいことに原因している。体高は稚魚よりも成魚の方が幾分大きく，又，尾柄高は両者間に於いて，殆んど差異がない。体幅は体長50mm前後迄増大し，それより性徴の発達する体長70～80mmにかけて減少の傾向を示し，それ以後再び大きくなる。次に各鰭の長さは，その発生直後に著しく増大し，体長10～29mmで最大値を示す頂点を形成し，その後曲線的に減少し安定した値をとるに至る。但し鰭の中で，発生の最も遅い腹鰭のみは，体長39mm迄係数値の増大をみるが，其の後，他の鰭の様な減少傾向は見られないで一定の値を示す。又脊鰭及び臀鰭の各基底長は，稚魚と成魚との間に顕著な差異は認められない。随つて外観的に観察すると，稚魚の鰭の形は，成魚に比較して体の割合に極めて大きく且細長く感ぜられる。

i）係数平均値の均一性の検定

各級の係数平均値が体長に無関係に一定である事を帰無仮設として検定[13]を行つた。即ち全体の変動SJR及び級内変動SR(J)並びに級間動変SJを計算し，不偏分散を下表の如くして求めた。

要因	変動	自由度	不偏分散
J	$\Sigma N_j(\bar{x}\cdot j-\bar{x})^2$	$k-1$	$u^2\equiv\Sigma N_j(\bar{x}\cdot j-\bar{x})^2/(k-1)$
R(J)	$\Sigma\Sigma(x_{ij}-\bar{x}\cdot j)^2$	$N-k$	$v^2\equiv\Sigma\Sigma(x_{ij}-\bar{x}\cdot j)^2/(N-k)$
JR	$\Sigma\Sigma(x_{ij}-\bar{x})^2$	$N-1$	

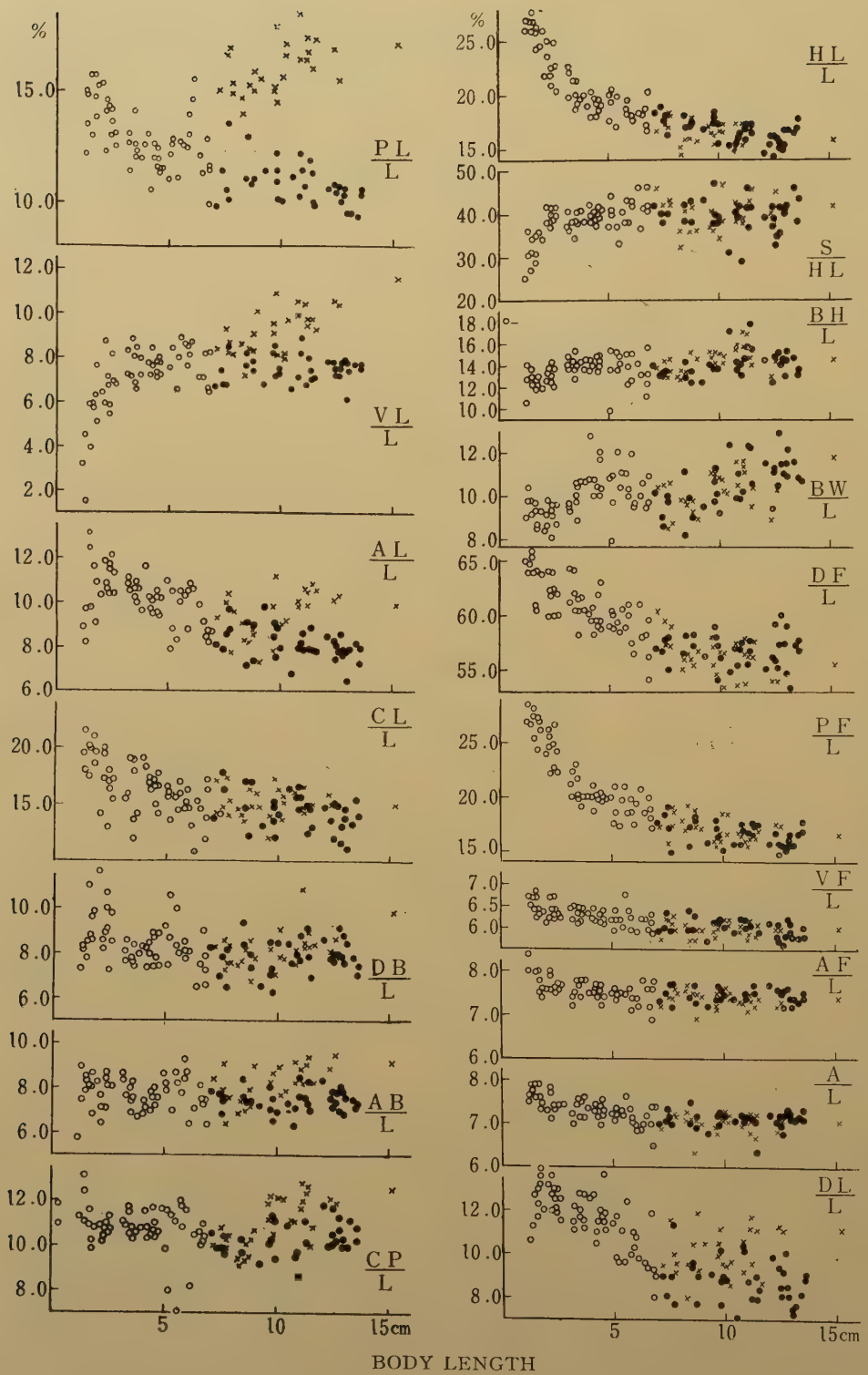


Fig. 2. Relation between body length and coefficient which denotes quotient obtained by dividing bodily part by body length or head length : ●, female; ×, male; ○, unknown. Abbreviations in the figure are the same as those shown in Fig. 1.

Table 1. Averages of several coefficients corresponding to each interval of body-length.

Sex	Unknown					
Number of fish	10	10	10	10	10	9
Range of body length	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69
Items \ Average body length(L) in mm	15.6	23.6	35.1	44.2	54.5	65.0
Length of head (HL/L)×100	26.1	23.0	20.5	19.0	19.2	18.2
Length of snout (S/HL)×100	31.5	39.0	38.2	39.8	39.3	41.9
Height of body (BH/L)×100	12.6	13.1	14.1	14.3	13.8	13.3
Width of body (Bw/L)×100	9.4	9.0	10.0	11.1	10.4	10.9
Position of dorsal fin (DF/L)×100	63.9	61.7	61.5	60.1	59.7	57.6
Position of pectoral fin (PF/L)×100	26.8	24.3	21.2	20.0	19.2	18.8
Position of ventral fin (VF/L)×100	65.4	63.6	63.3	62.4	62.3	60.5
Posit on of anal fin (AF/L)×100	78.7	76.5	75.5	75.2	75.3	74.1
Position of anus (A/L)×100	76.7	74.2	73.1	72.8	72.7	70.3
Length of dorsal fin (DL/L)×100	12.4	12.5	11.9	11.8	10.7	9.7
Length of pectoral fin (PL/L)×100	14.4	13.7	12.5	11.9	12.4	12.5
Length of ventral fin (VL/L)×100	5.0	6.8	7.6	7.6	7.8	7.6
Length of anal fin (AL/L)×100	10.5	11.1	10.6	9.9	9.7	9.4
Length of caudal fin (CL/L)×100	19.6	16.8	16.6	16.7	15.4	14.4
Length of base of dorsal fin (DB/L)×100	8.8	9.3	8.0	8.1	8.7	7.6
Length of base of anal fin (AB/L)×100	7.9	7.7	7.7	7.5	8.2	7.3
Hight of caudal peduncle (CP/L)×100	11.2	10.6	10.7	10.8	10.5	10.3

Female							Male						
5	4	5	5	5	8	6	6	5	6	7	5	2	1
70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129	130～139	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129	150～159
74.8	86.5	97.3	106.4	113.2	125.6	132.8	75.6	85.6	95.3	104.2	112.9	125.0	152.0
17.8	17.5	17.5	15.7	16.7	14.9	16.6							
40.2	40.4	40.9	37.7	39.1	37.8	41.8							
13.3	13.4	13.6	14.4	15.2	14.2	14.0							
9.5	9.6	10.3	10.4	11.3	11.1	11.3							
56.9	57.6	56.9	56.1	56.7	57.2	56.5							
17.4	17.2	16.7	16.2	16.8	15.3	16.6							
61.1	61.7	60.5	60.7	60.3	58.8	59.1							
74.8	75.5	74.4	75.0	74.7	74.9	73.5							
71.4	71.7	71.2	71.7	70.5	71.3	71.9							
9.0	8.9	9.2	9.1	8.9	9.0	8.1	10.2	9.9	10.6	10.1	10.5	11.2	11.2
11.1	11.4	11.2	11.0	10.8	10.5	9.6	15.5	14.9	15.5	16.4	16.8	16.2	17.1
7.9	7.7	7.6	7.7	7.3	7.6	7.4	8.6	8.3	9.6	9.4	9.7	10.4	12.5
8.6	8.2	8.8	7.9	8.1	8.1	7.6	9.5	8.6	9.7	9.7	10.5	10.2	9.9
15.3	15.2	13.8	15.5	14.2	14.0	13.7							
7.6	8.3	7.2	8.1	8.2	8.3	7.9							
7.5	7.7	7.3	7.3	7.6	7.7	7.4	8.1	7.3	8.2	8.4	8.7	9.2	9.2
10.1	9.5	10.4	9.9	10.7	10.8	10.4	10.5	9.5	11.6	11.2	12.2	12.0	12.5

これより $F_0 = u^2/v^2$。この値をF表の $\alpha = 0.05$, $n_1 = k-1$, $n_2 = N-k$ の値と比較し，$F_0 > F_{0.05}$ の場合に帰無仮設が棄却されるものとした。雌魚及び性別不明個体の係数平均値は，さきに述べた理由から両者を合せて検定を行い，又，雄魚に就いては既報の研究[9]で，顕著に第二次性徴の認められた部位，即ち各鰭の長さ及び臀鰭基底長並びに尾柄高の7箇所に就いてのみ検定を行つた（第2，第3表）。

Table 2. Homogeneity tests on averages of several coefficients from females and unknown sex.

Items	Factors	Variation	Degree of freedom	Unbiased variance	F_0	$F_{0.05}$
HL/L	J	96222.9	13—1	8018.57	72.019	1.874
	R(J)	9524.5	97—13	113.39		
SH/L	J	74255.6	13—1	6187.97	5.967	1.874
	R(J)	87112.4	97—13	1037.05		
BH/L	J	4058.1	13—1	338.18	2.952	1.874
	R(J)	9622.3	97—13	114.55		
BW/L	J	5466.2	13—1	455.52	5.650	1.874
	R(J)	6744.6	97—13	80.65		
DF/L	J	58495.3	13—1	4874.61	20.464	1.874
	R(J)	20009.9	97—13	238.21		
PF/L	J	116426.0	13—1	9702.17	73.775	1.874
	R(J)	11047.0	97—13	131.51		
VF/L	J	35455.4	13—1	2954.61	8.219	1.874
	R(J)	30202.0	97—13	359.54		
AF/L	J	17071.9	13—1	1422.65	2.957	1.874
	R(J)	40421.7	97—13	481.21		
A /L	J	30383.4	13—1	2531.95	5.692	1.874
	R(J)	37366.5	97—13	444.84		
DL/L	J	22569.5	13—1	1880.79	19.907	1.874
	R(J)	7936.0	97—13	94.48		
PL/L	J	16721.8	13—1	1393.48	13.476	1.874
	R(J)	8689.6	97—13	103.44		
VL/L	J	6577.3	13—1	548.11	6.355	1.874
	R(J)	7244.9	97—13	86.25		
AL/L	J	12346.0	13—1	1028.83	13.698	1.874
	R(J)	6309.0	97—13	75.11		
CL/L	J	2979.2	13—1	248.27	8.418	1.874
	R(J)	2477.6	97—13	29.50		
DB/L	J	2896.2	13—1	241.35	3.473	1.874
	R(J)	5836.9	97—13	69.49		
AB/L	J	694.6	13—1	57.88	0.066	1.874
	R(J)	72871.2	97—13	867.51		
CP/L	J	1331.0	13—1	110.91	1.244	1.874
	R(J)	7485.2	97—13	89.11		

前者で帰無仮設が成立する部位は，尾柄高及び臀鰭基底長の2箇所で，その他の部位では何れも有意と認められる。各部位の不偏分散比 F_0 の大きさを比較すれば，軀幹部では，胸鰭の位置が最大の値を示し，続いて頭長，吻長（後述する様に吻長／体長の場合の F_0 は13.8の値を示す），脊鰭，腹鰭，肛門，臀鰭の各位置の順位で，胸鰭の位置を中心として，それより体の両端に位置する部位程 F_0 の値は小さくなつている。各鰭の長さでは，脊鰭が最も大きく，続いて臀鰭，胸鰭，尾鰭，そして腹鰭の順位である。そして鰭の基底長の値は小さい。体高と

Table 3. Homogeneity tests on averages of several coefficients from male.

Items	Factors	Variation	Degree of freedom	Unbiased variance	F_0	$F_{0.05}$
DL/L	J	4.33	6 − 1	0.866	0.692	2.59
	R(J)	32.52	32 − 6	1.250		
PL/L	J	13.18	6 − 1	2.636	2.748	2.59
	R(J)	24.93	32 − 6	0.959		
VL/L	J	19.01	6 − 1	3.802	5.717	2.59
	R(J)	17.30	32 − 6	0.665		
AL/L	J	9.63	6 − 1	1.926	2.689	2.59
	R(J)	18.63	32 − 6	0.716		
CL/L	J	4.79	6 − 1	0.958	0.354	2.59
	R(J)	70.28	32 − 6	2.703		
AB/L	J	9.00	6 − 1	1.800	4.072	2.59
	R(J)	11.49	32 − 6	0.442		
CP/L	J	26.62	6 − 1	5.324	8.932	2.59
	R(J)	15.51	32 − 6	0.596		

体幅とを比較すれば，後者の方が前者よりも大きい。

雄魚では，脊鰭及び尾鰭の長さの2箇所で帰無仮設が成立し，その他の部位では何れも有意と認められる。F_0 の値は，鰭の長さでは腹鰭が最も大きく，続いて胸鰭，臀鰭，脊鰭，尾鰭の順位である。尾柄高は検定を行つた部位中で最大値を示す。

ii) 成魚の係数平均値と各体長魚のそれとの比較 ——

上記の計算結果から有意と認められた部位に就いて，雄魚を除いた各級別係数平均値は，完全な成魚と認める事の出来る体長 130～139mm及び 110～119mmの雌魚の係数平均値と，又雄魚に於いては，体長 50～69mmの性別されなかつた個体の級別係数平均値をも合せて，雄の成魚体長 110～119mmの個体の係数平均値とを夫々比較した。

係数平均値の差の検定を行うに先だつて，各級と成魚との母分散の比較を行つた。即ち両者の不偏分散

$$u^2 = \frac{1}{M-1}\sum_{i=1}^{M}(x_i-\bar{x})^2, \quad M\bar{x} = \sum_{i=1}^{M} x_i$$

$$v^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}(x_i-\bar{y})^2, \quad N\bar{y} = \sum_{j=1}^{N} y_j$$

を計算し，分散比 $F_0 = \frac{u^2}{v^2}$ を求め，この値とF表の $\alpha = 0.05$, $n_1 = M-1$, $n_2 = N-1$ の値とを比較した（第4，第5，第6表）。

かくして母分散が同一であると認められた部位に就いては，共通の不偏分散

$$w^2 = \frac{n_1 u^2 + n_2 v^2}{n_1 + n_2}$$

を計算し，$F_0 = \frac{(\bar{x}-\bar{y})^2}{w^2}\left(\frac{MN}{M+N}\right)$ を求めた。この F_0 の値とF表の $\alpha=0.05$, $n_1=1$, $n_2=M+N-2$ の値とを比較し $F_0 > F_{0.05}$ のときに，有意な差異があるものとのた（第7，第8，第9表）。

Table 4. Comparison between population variances of adult in female (B. L. = 130～139 mm) and of classes, those body-length of which are below 130 mm.

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm)	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129
Items $F_{0.05}$	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.82	5.19	5.41	5.19	5.19	5.19	4.88
H L / L	1.591	4.569	1.806	0.722	1.913	1.228	1.422	0.110	0.522	0.246	0.335	0.632
S / H L	1.906	0.816	0.474	0.383	1.443	1.372	0.379	1.056	2.489	2.507	6.491	1.337
B H / L	1.151	0.737	0.613	0.328	3.502	1.633	0.392	0.834	0.548	3.000	3.820	0.640
B W / L	0.699	0.657	0.795	1.853	2.419	3.424	0.969	3.184	1.078	3.087	1.803	1.917
D F / L	0.654	0.528	0.661	0.426	0.143	0.528	0.275	0.157	0.669	0.192	0.147	0.500
P F / L	3.033	4.893	3.072	0.591	3.220	2.410	5.013	2.317	1.275	1.972	0.869	1.422
V F / L	2.221	2.510	1.096	1.019	3.971	2.427	2.039	2.868	1.857	1.078	3.489	2.822
A F / L	4.437	1.372	2.387	1.152	5.827	4.452	2.218	2.783	1.700	0.316	0.997	1.085
A / L	2.494	2.758	2.501	1.677	1.946	5.922	1.115	3.555	3.046	0.511	10.934	2.355
D L / L	1.597	0.607	0.556	1.205	1.341	1.824	2.832	0.887	2.346	2.556	2.286	0.751
P L / L	2.579	1.535	0.881	0.943	1.215	5.408	3.656	1.354	0.978	1.335	1.197	0.210
V L / L	5.860	1.978	1.054	0.321	1.737	1.296	3.016	0.024	1.043	1.569	0.415	0.667
A L / L	6.789	1.157	0.865	0.419	3.176	2.349	1.307	2.421	2.875	1.169	0.557	0.405
C L / L	0.850	2.243	2.587	0.763	0.521	2.156	1.557	2.394	0.817	0.461	0.887	1.521
D B / L	2.825	4.044	0.316	0.877	2.384	1.450	1.521	1.715	1.609	0.444	1.754	0.651

Table 5. Comparison between population variances of adult in female (B.L. = 110—119mm) and of classes, those body-length of which are below 110 mm or above 120 mm.

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm)	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	120～129	130～139
Items $F_{0.05}$	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.04	6.39	6.59	6.39	6.39	6.09	6.26
H L / L	4.739	13.604	5.379	2.151	5.698	3.655	4.234	0.328	1.555	0.734	1.882	2.977
S / H L	0.293	0.125	0.073	0.059	0.222	0.211	0.058	0.162	0.383	0.386	0.206	0.154
B H / L	0.302	0.193	0.161	0.085	0.917	0.428	0.102	0.218	0.146	0.786	0.167	0.262
B W / L	0.387	0.354	0.440	1.027	1.341	1.719	0.537	1.765	0.597	1.711	1.062	0.554
D F / L	4.421	3.572	4.472	2.883	0.967	3.571	1.861	1.003	4.522	1.301	3.380	6.758
P F / L	3.489	5.629	3.534	0.680	3.705	2.773	5.768	2.666	1.467	2.269	1.636	1.150
V F / L	0.635	0.719	0.314	0.292	1.137	0.695	0.584	0.821	0.532	0.309	0.808	0.286
A F / L	4.446	1.377	2.392	1.154	5.839	4.461	2.222	2.789	1.704	0.318	1.087	1.002
A / L	0.228	0.252	0.228	0.153	0.178	0.541	0.102	0.325	0.278	0.046	0.215	0.091
D L / L	0.698	0.265	0.243	0.527	0.586	0.797	1.238	0.388	1.026	1.117	0.328	0.437
P L / L	1.935	1.281	0.734	0.787	1.013	4.516	3.053	1.130	0.817	1.115	0.018	0.835
V L / L	14.098	4.758	2.535	0.774	4.179	3.119	7.256	0.058	2.509	3.775	1.605	2.405
A L / L	12.169	2.075	1.550	0.752	0.569	4.210	2.344	4.340	5.153	2.132	0.727	1.792
C L / L	0.958	2.528	2.916	0.860	0.588	2.430	1.756	2.698	0.921	0.521	1.489	1.126
D B / L	1.609	2.304	0.180	0.500	1.358	0.826	0.867	0.977	0.917	0.253	0.371	0.569

Table 6. Comparison between population variances of adult in male (B.L.=110—119mm) and of classes, with body-length below 110mm or above 120mm.

Sex	Unknown		Male				
Body length (mm)	50~59	60~69	70~79	80~89	90~99	100~109	120~152
Items $F_{0.05}$	6.00	6.04	6.26	6.39	6.26	6.16	6.94
P L / L	2.096	9.340	3.051	1.514	3.911	3.437	2.159
V L / L	4.405	3.285	0.492	2.352	4.328	5.135	7.149
A L / L	10.681	7.893	6.460	1.194	17.477	4.778	0.353
A B / L	1.922	11.720	4.922	0.813	3.647	1.243	0.466
C P / L	11.230	3.645	1.128	0.667	6.703	4.241	1.267

Table 7. Test of difference between average coefficient of each class and that of adult in female (B.L.=130—139mm).

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm)	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	90~99	100~109	110~119	120~129
Items $F_{0.05}$	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.67	5.12	5.32	5.12	5.12	5.12	4.75
H L / L	341.84	67.47	51.59	38.06	23.64	9.51	4.73	3.75	4.17	4.83	0.06	15.48
S / H L	35.26	4.67	10.38	3.49	2.53	0.01	1.36	0.66	0.18	3.85		6.24
B H / L	7.66	4.38	0.04	0.76	0.08	1.58	2.45	1.29	1.28	0.19	2.22	0.28
B W / L	18.37	18.98	15.17	1.03	3.48	1.15	10.04	4.68	5.28	2.40	0.33	0.53
D F / L	7.52	5.64	5.05	4.53	5.88	0.99	0.41	1.19	0.29	0.34	0.25	0.70
P F / L	329.44		88.75	114.50	20.38	16.69	1.22	1.02	0.05	0.60	2.04	8.41
V F / L	52.90	43.25	39.51	42.00	8.37	2.12	4.73	5.43	2.46	4.28	1.18	0.08
A F / L	17.97	17.72	4.80	6.61		0.22	2.06	4.01	0.96	9.38	3.22	3.88
A / L	30.55	6.41	1.90	1.51	1.05		0.53	0.03	0.51	0.13		0.54
D L / L	76.56	155.16	121.30	70.05	31.44	9.59	1.88	2.47	3.21	2.50	1.73	4.67
P L / L	76.90	77.15	56.18	33.79	42.48		4.63	11.61	11.59	7.65	8.07	9.44
V L / L		1.55	0.51	0.84	0.95	0.44	0.52	1.10	0.39	0.41	0.08	0.84
A L / L		109.74	97.23	81.80	17.45	16.25	6.57	1.29	7.84	0.68	2.06	2.80
C L / L	67.51	9.58	7.07	18.17	7.01	0.42	2.46	1.71	0.01	5.52	0.29	0.14
D B / L	3.24	5.86	0.10	0.48	2.86	0.62	0.55	0.80	2.85	0.23	0.92	1.28

Table 8. Test of difference between average value of coefficient of each class and that of adult in female (B.L.=110—119mm).

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm)	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	90~99	100~109	120~129	130~139
Items $F_{0.05}$	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.75	5.32	5.99	5.32	5.32	4.84	5.12
H L / L	406.27		46.84	39.61	18.81	9.27	4.59	5.09	4.97	10.99	20.80	0.06
S / H L	8.09	0.01	0.16	0.10	0.01	1.17	0.12	0.13	0.25	0.15	0.22	0.80
B H / L	13.75	10.83	3.35	2.44	2.32	6.09	5.56	3.73	3.50	0.48	1.98	2.23
B W / L	25.83	36.15	11.80	0.29	2.71	0.51	12.26	6.11	3.85	1.70	0.13	0.03
D F / L	68.16	36.43	29.84	21.48	39.73	0.86	0.09	1.93	0.31	1.14	0.30	0.66

P F / L	274.34	113.22	52.63	98.08	15.01	12.07	0.60	0.41	0.05	1.24	10.17	0.23
V F / L	21.15	8.39	10.52	4.99	2.11	0.02	0.37	0.78	0.02	0.11	1.35	1.18
A F / L	8.36	4.58	0.58	0.40	0.15	0.17	0.01	0.43	0.16	0.18	0.05	3.22
A / L	16.14	5.56	2.84	2.50	2.20	0.01	0.22	0.26	0.11	0.40	0.24	0.66
D L / L	4.66	55.88	40.00	26.48	8.89	1.54	0.01	10.0	0.14	0.06	0.03	1.73
P L / L	35.97	32.19	16.19	6.47	11.59	3.95	0.15	0.96	0.60	0.13	0.89	5.93
V L / L		0.98	0.96	2.07	1.34	0.76		2.82	0.85	0.77	2.59	0.08
A L / L		82.17	72.25	61.36	9.24	8.10	2.06	0.04	3.00	0.19	0.02	2.06
C L / L	53.41	6.09	4.31	12.27	3.54	0.03	1.13	0.76	0.20	3.16	0.02	0.29
D B / L	0.95	2.62	0.72	0.10	0.65	2.06	1.61	0.01	3.95	0.18	0.001	0.57

Table 9. Test of difference between average coefficient of each class and that of adults in male (B.L.=110—119 mm).

Sex	Unknown		Male				
Body length (mm) / Items, $F_{0.05}$	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	120～152
	4.67	4.75	5.12	5.32	5.12	4.96	5.99
P L / L	102.72		5.65	19.13	4.70	0.41	0.30
V L / L	17.13	26.12	22.60	13.33	0.03	0.39	
A L / L				69.75		4.56	2.76
A B / L	2.74		2.00	30.45	1.49	1.26	2.50
C P / L		15.18	29.43	83.69		3.51	0.01

又母分散が同一であると認められなかつた部分に就いては，係数平均値の $\alpha=0.05$ の信頼限界を求めて比較した。

即ち　　$\bar{x} = (x_1 + x_2 \cdots\cdots x_N) / N$

$$u^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2$$

t 分布表より $n=N-1$, $\alpha=0.05$ に相当する t の値を計算し

$$\bar{x} - t_\alpha \frac{u}{\sqrt{N}} < m < x + t_\alpha \frac{u}{\sqrt{N}}$$

同様にして

$$\bar{y} - t_\alpha \frac{v}{\sqrt{M}} < n < \bar{y} + t_\alpha \frac{v}{\sqrt{M}}$$

を求め両者の差異を検した（第10表）。

以上の検定で係数平均値間に差異の認められた部分を＋，又差異の認められなかつた部分を－，更に母分散に差異の認められた部分を（　）の記号でもつて表に示した。但し雄魚を除いた係数平均値及び母分散の比較に於いては，体長130～139mm及び110～119mmの雌魚は，共に完全な成魚と認め得るからして，これ等の中，何れか一方との間に帰無仮設が成立する時に，成魚との間に差異が認められない事が推論される。従つてこれ等の両方に対して有意と認められる時のみ差異があるものとした（第11，第12表）。

Table 10. 95% confidence limit of average value of coefficient.

Sex	Unknown				Female				Male			
Items \ Body length (mm)	10～19	20～29	50～59	60～69	70～79	110～119	130～139	70～79	90～99	110～119	120～152
H L / L × 100		22.98±1.32				16.68±0.62					
S / H L × 100						39.12±8.49	41.78±2.81				
P F / L × 100		24.31±1.13					16.60±0.75				
A F / L × 100			75.32±0.75				73.51±1.43				
A / L × 100				70.33±2.34		70.52±5.13	71.93±1.31				
P L / L × 100				18.77±1.39			16.60±0.82			16.78±0.73	
V L / L × 100	4.97±1.25				7.78±1.56		7.36±0.76			10.46±0.57	10.10±3.03
A L / L × 100	10.53±1.15		9.66±0.79	9.39±0.72		8.08±0.57	7.60±0.65	9.47±0.89	9.72±1.48	10.46±0.42	
C L / L × 100				14.37±1.64						8.74±0.55	
A B / L × 100				7.33±1.16					11.58±1.10	12.20±0.65	
C P / L × 100			10.49±1.24								

Table 11. Comparison between average coefficient of each class and that of adult in female (B.L.=130—139 mm, 110—119 mm).

Sex	Unknown						Female						
Items \ Body length (mm)	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129	130～139
H L / L	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
S / H L	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	(−)	−	−
B H / L	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
B W / L	+	+	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−
D F / L	+	+	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−
P F / L	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
V F / L	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−
A F / L	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
A / L	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	(−)	−	−
D L / L	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−
P L / L	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	+	−	+
V L / L	(+)	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
A L / L	(+)	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
C L / L	+	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−
D B / L	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

Note. +, Significant, −, not significant, ( ), significant in homogeneity test of population variances.

Table 12. Comparison between average coefficient of each class and that of adult in male (B.L. 110—119mm); signs in the table are the same as shown in Table 11.

Sex	Unknown		Male				
Body length (mm) / Items	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	120～152
P L / L	+	(−)	+	+	−		−
V L / L	+	+	+	+	−	−	(−)
A L / L	(−)	(−)	(−)	+	(−)	−	−
A B / L	−	(−)	−	+	−	−	−
C P / L	(−)	+	+	+	(−)	−	−

第11表から各部位の係数平均値に於いて，成魚との間に差異の認められなくなる時期（今後，変曲点と呼称する）に就いて述べると体の軀幹に位置する各部位の変曲点は，頭長70 mm，吻長/頭長，20 mm（但し吻長/体長は50 mm），脊鰭，胸鰭，腹鰭，臀鰭及び肛門の各位置に於いて，夫々60，70，50，20，30 mmの体長の時である。即ち鰓蓋後端及び胸鰭の位置で最も遅く，この部位を中心として体の両端の部位程早い。又体高と体幅とを比較すれば，前者の方が早くて体長20 mm，後者は40 mmである。各鰭の長さでは臀鰭が最も遅くて体長70 mm，続いて胸鰭，脊鰭で夫々60 mm，尾鰭で50 mm，そして腹鰭では最も早くて20 mmである。脊鰭基底長では各級間共成魚との間に差異が認められない。

以上からして全測定部位に於いて，成魚との間に係数平均値の差異が認められなくなる体長は，70 mm以上であつて，この時期はドジョウの性徴の発現時期と一致する。即ち筆者等[11]は既報の研究で，雌雄間に差異を生ずる理論的体長は，胸鰭が50 mm，次いで臀鰭基底長，60 mm，口髭長，尾柄高及び Lamina circularis が夫々70 mm，腹鰭の長さ75 mm，脊鰭の長さが80 mmであるとした。随つてこれ等の部位の性徴発現順位と変曲点の体長の順位とは一致していない。

雄の成魚の係数平均値と各級のそれとの比較（第12表）では，各部分共，体長90～99 mmより差異が認められない。この体長の時期は性徴の完成した時とみてよいであろう。

2）各軀間長の変化

各個体の係数平均値（%）と体長との関係を第3図に，そして又，各個体を級間10 mmの体長別として，その各級間に属する個体の係数平均値を求めて第13表に示した。

性徴の出現時期である体長70 mmより小さい個体の係数値は，a（符号は第1図参照）では体長20～29 mmで最も大きく，それより成長するに伴つて，若干減少の傾向を示す。bでは体長10～19 mmで最も大きく，それ以後急激に且つ大きく減少する。cではaとは逆に体長10～19 mmで最も小さく，それより成長するに随つて著しく増加する。これは腹鰭の位置よりも，鰓蓋後端の位置が前方に大きく移動する事に原因している。d及びeでは，前者は僅かに減少し後者は幾分増加の傾向を示す。fでは体長10～19 mmで最も小さく，その後増加している。性徴出現時期前では，係数値は鰓蓋後端より前部で減少し，この部位より後方の各軀間では，逆に増加するか，又は変化しない事が判る。

体長70 mm以上の個体では，各軀間共著しい変化は見られないが，dは増加し，一方eはdと対称的な減少の傾向を示す。

i）係数平均値の均一性の検定

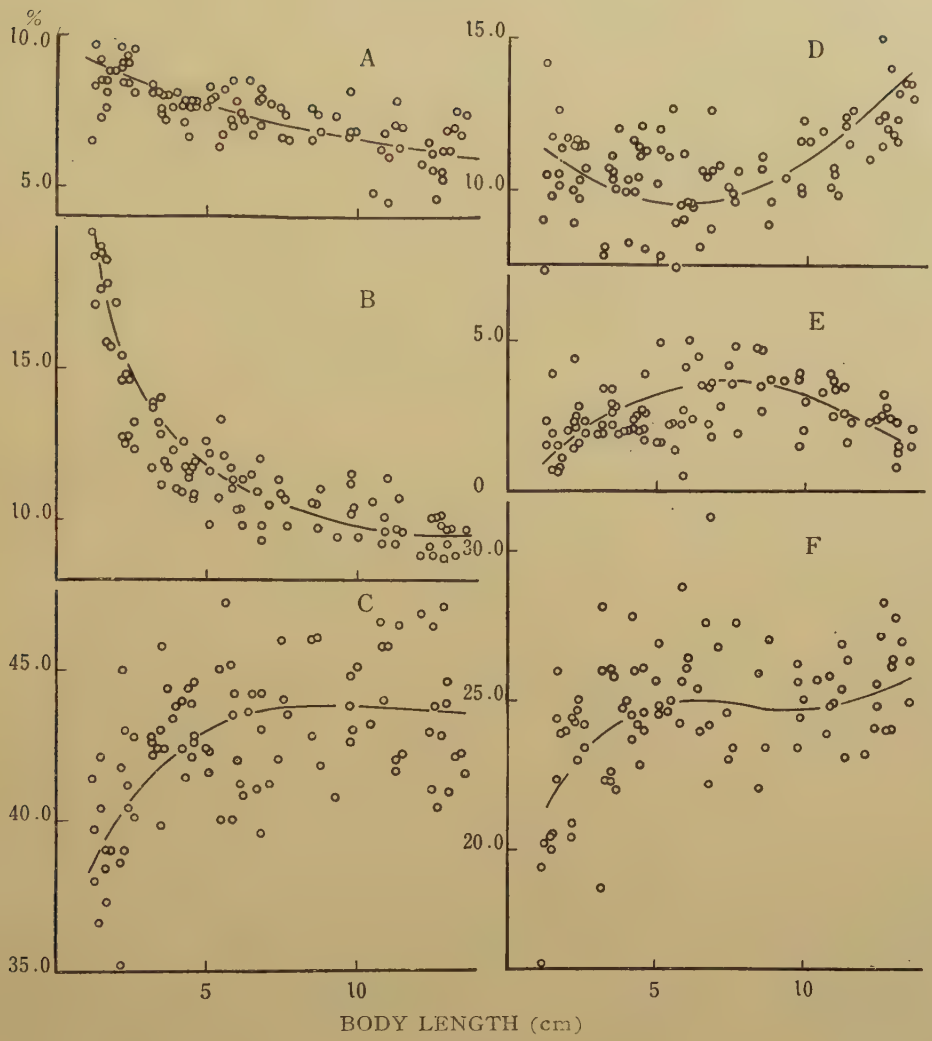


Fig. 3. Relation between body length and the coefficient which means relative length of bodily part in respect to body length : A, $\frac{S}{L}$; B, $\frac{HL-S}{L}$; C, $\frac{VF-HL}{L}$; D, $\frac{A-VF}{L}$; E, $\frac{AF-A}{L}$; F, $\frac{L-AF}{L}$.

i）のi）と同様な方法によつて検定を行つた（第14表）。不偏分散比 F_0 の大きさは，bで最も大きく，続いてa，c，d，fそしてeの順位で，eのみは例外であるが，bを中心として体の両端の躯間程 F_0 の値は小さい。これ等の各躯間中で帰無仮設の成立するのは，eのみで，其の他は何れも有意である。

ii） 成魚の係数平均値と各体長のそれとの比較

上記の計算結果から有意と認められた躯間に就いて，各級の係数平均値と完全な成魚と認められる体長130～139 mm及び110～119 mmの雌魚の係数平均値との比較を行つた。先づ母分

Table 13. Averages of several coefficients corresponding to each interval of body-length.

Sex	Unknown						Female						
Number of fish	10	10	10	10	10	9	5	4	5	5	5	8	6
Body length (mm) / Items	15.6	23.6	35.1	44.2	54.5	65.0	74.8	86.5	97.3	106.4	113.2	125.6	132.8
a / L × 100	8.2	8.9	7.8	7.6	7.5	7.6	7.2	7.1	7.2	6.0	6.6	5.7	7.0
b / L × 100	17.9	13.9	12.6	11.4	11.6	10.6	10.6	10.4	10.3	9.8	10.1	9.5	9.7
c / L × 100	39.2	40.7	42.9	43.3	43.1	42.2	43.3	44.2	43.0	44.9	43.6	43.9	42.5
d / L × 100	11.2	10.7	9.8	10.4	10.4	9.9	10.2	10.1	10.6	10.9	11.7	12.5	12.9
e / L × 100	2.1	2.3	2.5	2.4	2.7	3.4	3.5	3.6	3.0	3.3	2.7	2.6	1.6
f / L × 100	21.3	23.4	23.8	24.9	24.6	26.2	25.1	24.6	25.6	25.0	25.3	25.1	26.5

Table 14. Homogeneity tests on average of several coefficient from female and unknowns in sex.

Items	Factors	Variation	Degree of freedom	Unbised Variance	F_0	$F_{0.05}$
a / L	J	71.86	13—1	5.988	13.797	1.874
	R(J)	36.44	97—13	0.434		
b / L	J	566.23	13—1	47.185	48.593	1.874
	R(J)	81.59	97—13	0.971		
c / L	J	221.67	13—1	18.473	4.823	1.874
	R(J)	321.72	97—11	3.830		
d / L	J	78.45	33—1	6.536	3.954	1.874
	R(J)	138.87	97—13	1.653		
e / L	J	26.24	13—1	2.186	0.993	1.874
	R(J)	184.90	97—13	2.201		
f / L	J	183.58	13—1	15.298	3.016	1.874
	R(J)	426.15	97—13	5.073		

散の均一性の検定を行つた（第15，第16表）。その結果母分散が均一と認められた軀間に就いては，平均値の差の検定を行い，又母分散に差異の認められた軀間に就いては，危険率5％の平均値の信頼限界を求め，両者間の差異の有無を検討した（第17，第18，第19表）。1）のii）の項で述べた理由から，体長130～139 mm及び110～119 mmの雌魚の係数平均値に対して，その両方共に有意と認められる時にのみ差異が認められるものとして＋，そしてその一方，或い

Table 15. Comparison between population variances of adult in female (B. L. = 130—139 mm) and that of each class.

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm)	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129
Items / $F_{0.05}$	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.82	5.19	5.41	5.19	5.19	5.19	4.88
a / L	5.416	1.524	0.845	0.955	3.274	2.243	1.982	1.031	2.412	3.333	10.116	1.889
b / L	3.492	4.787	2.106	0.667	2.004	1.521	0.595	0.286	2.140	0.645	1.637	0.875
c / L	1.285	3.165	1.011	0.460	2.282	1.058	1.464	3.779	0.934	0.782	2.291	2.874
d / L	3.982	1.528	4.367	3.401	4.203	3.169	0.429	1.921	3.045	0.959	2.674	3.187
f / L	12.673	3.857	11.811	3.170	17.046	11.958	6.448	7.554	5.174	0.916	3.389	4.618

Table 16. Comparison between population variance of adult in female (B. L. = 110—119 mm) and that of each class.

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm) / Items	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	120～129	130～139
$F_{0.05}$	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.04	6.39	6.59	6.39	6.39	6.09	6.26
a / L	0.535	0.150	0.083	0.094	0.323	0.221	0.195	0.102	0.238	0.329	0.186	0.099
b / L	2.133	2.924	1.286	0.408	1.223	0.929	0.364	0.175	1.307	0.394	0.534	0.610
c / L	0.561	1.381	0.441	0.201	0.995	0.461	0.639	1.649	0.407	0.341	1.254	0.436
d / L	1.489	0.571	1.633	1.271	1.571	1.185	0.160	0.718	1.174	0.358	1.191	0.374
f / L	3.739	1.138	3.484	0.935	5.029	3.528	1.902	2.228	1.526	0.270	1.362	0.295

Table 17. Tests of difference between average value of coefficient of each class and that of adults in female (B. L. = 130—139 mm).

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm) / Items	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129
$F_{0.05}$	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.67	5.12	5.32	5.12	5.12	5.12	4.75
a / L		65.41	18.83	8.54	2.93	5.28	0.42	0.18	0.37	8.38		22.30
b / L	194.73		38.78	30.23	17.91	4.73	6.27	0.40	1.73	0.11	0.94	0.30
c / L	14.89	2.19	0.19	1.43	0.32	0.18	0.62	1.38	0.26	7.38	0.87	1.29
d / L	6.51	22.87	19.81	15.13	13.20	22.47	44.96	24.50	11.96	17.74	3.75	0.32
f / L		18.89		0.62					1.22	8.95	2.61	3.01

Table 18. Tests of difference between average value of coefficient of each class and that of adlts in female (B. L. = 110—119 mm).

Sex	Unknown						Female					
Body length (mm) / Items	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	120～129	130～139
$F_{0.05}$	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.75	5.32	5.59	5.32	5.32	4.84	5.12
a / L	8.32	27.34	8.93	5.53	3.58	4.55	0.91	0.59	0.88	0.82	2.86	0.56
b / L	136.96	25.52	22.99	11.87	8.05	0.87	1.12	0.40	0.13	0.51	2.40	0.91
c / L	17.27	4.15	0.55	0.14	0.14	1.91	0.04	0.10	0.25	1.19	0.04	0.87
d / L	0.46	3.04	5.60	2.87	2.68	5.67	6.18	4.40	1.63	1.32	1.21	3.75
f / L	8.44	5.06	1.27	0.35	0.22	0.43	0.05	0.38	0.04	0.23	0.05	2.61

Table 19. 95% confidence limit of average value of coefficient.

Sex	Unknown					Female			
Body length (mm) / Items	10～19	20～29	30～39	50～59	60～69	70～79	80～89	110～119	130～139
a / L × 100	8.23 ±0.67							6.56 ±1.60	6.97 ±0.42
b / L × 100		13.94 ±1.10							9.65 ±0.74
f / L × 100	21.33 ±2.04		23.83 ±1.97	24.60 ±2.37	26.23 ±2.14	25.08 ±2.35	24.58 ±3.07		26.47 ±0.84

はその両方に対して帰無仮設が成立する時に－の記号でもつて表に示した（第20表）。

Table 20. Comparison between average coefficient of each class and that of adult in female (B. L. = 130—139 mm, 110—119 mm): +, significant, −, not significant.

Sex	Unknown						Female						
Body length (mm) / Items	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80～89	90～99	100～109	110～119	120～129	130～139
a / L	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−
b / L	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−		
c / L	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
d / L	−	−	+	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−
f / L	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

各軀間の変曲点を示す体長は，a，b，c，及びfでは夫々50，60，10，30 mmで，dでは体長30～79 mmにかけて，部分的に成魚との間に差異が認められる。かくして各軀間の全般には亘つて成魚との間に差異が認められなくなる体長は，80 mm以上で，永田川産のドジョウで，孵化後約10ヶ月でこの体長に達する。

iii）相対成長係数

HUXLEY（1932）[5] 及びその他の多くの研究者によれば，生物の全体，又は部分をxとし，他の部分をyとすれば，それ等二つの部分の成長の関係は $y=\beta x^{\alpha}$ なる式で現される。この式の両辺の対数をとる時は，$\log y = \log \beta + \alpha \log x$ となり，このαは直線の勾配を，βは始原成長指数を示す。

ii）の項で各軀間長の体長に対する係数値が，その全般に亘つて成魚との間に差異が認められなくなる時期の体長は，80 mm以上であるとした。この見地から体長80 mm以下（前期）及び以上（後期）に分けて，各軀間長（y）の体長（x）に対する相対成長係数（α）及び始原成長指数（β）を求めた。

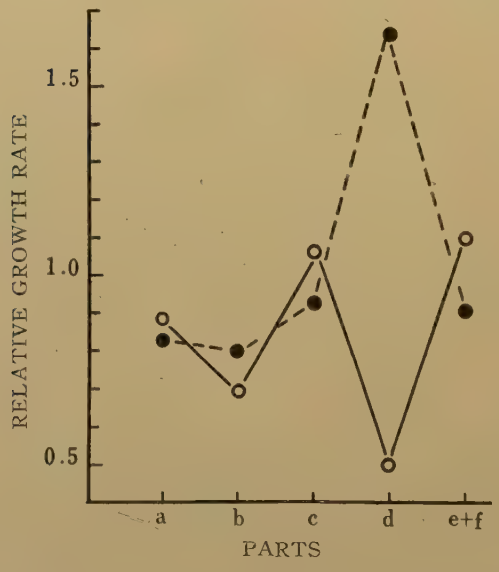


Fig. 4. Showing the relative growth rate of the length in each part of body for the body length: ○, below 80mm in body length; ●, above 80mm in body length.

相対成長係数は，前期に於いてe＋f及びcが大きい値を示し，続いてa，bそしてdが最小で，成長の中心は判断し難い。後期に於ける著しい特徴は，前期に最小値を示したdが最大で，この部分が成長の中心部位となる，そして他の部分は前期と比較して顕著な差異が認められない。かくの如く前期及び後期を通じて，頭部の成長率は低い。

浜井（1941）[2] は，コイに於ける成長の中心は，1年魚では頭部にあり後部程係数値は小さく，第2年目には，脊鰭前起点より肛門迄の軀間に，第3年目には鰓蓋後端より脊鰭前起点迄の軀間に移動し，最も低い成長率は，成長期の第2年目以後に，頭部に生ずるとし

Table 21. Showing the values of the relative growth gradient (α) and the initial growth index (β).

Body length	below 80 mm					above 80 mm				
Parts	a	b	c	d	e + f	a	b	c	d	e + f
α	0.8869	0.6919	1.0646	0.5025	1.0981	0.8346	0.8010	0.9299	1.6355	0.9083
β	0.1184	0.3861	0.3334	0.5075	0.1857	0.1430	0.2530	0.6081	0.0058	0.4343

た。これと本実験結果とを比較すれば，ドジョウでは体長80 mm以下の個体（1年魚）は，コイとは逆に頭部の成長率が低く，鰓蓋後端から腹鰭前起点及び肛門より後方の軀間で成長率が高い。体長80 mm以上では，コイの第2年目とよく似ており，第3年目とは，成長の中心で相異するが，頭部の成長率の低い点では一致する。

考　　察

各測定部位の体長別係数平均値に於いて，成魚との間に差異が認められなくなる時期，即ち変曲点は，各部位で遅速があり，性徴の発現時期即ち体長50～79 mmと一致する部位は，眼球前縁，鰓蓋後端，脊鰭，胸鰭，腹鰭の各位置及び臀鰭，胸鰭，脊鰭の各長さである。そしてそれ以上の体長で，変曲点を有する部位が存在しない事実から，変曲点は，性徴に関連しているものと思われる。更に性徴が精巣ホルモンに支配されること[7]及び生物学的最小形の大きさ[10]からして，変曲点は生殖腺の成熟に関連している事が推察される。この事実はGREEN及びFEKETE (1933)[1]がネズミの四肢骨で，又，清水 (1947)[21]がシロネズミの骨骼に於いて，相対成長係数の変移点が成熟の時期に該当するとした結果と一致している。この理由から外部及び内部環境を人為的に調節し，変曲点を早期に移す事により成熟を早め，又，松井 (1941)[13]，(1942)[14]及び久保田 (1953)[8]が生殖腺の成熟が成長を抑制することを刺激した事実から，変曲点の時期を遅延させる事は，成長の極めて旺盛な期間を長くする結果を生ずるであろう。

又，変曲点と性徴の発現時期が一致しない部位は，体高，体幅，及び腹鰭，臀鰭，肛門の各位置，並びに腹鰭，尾鰭の各長さである。随つて変曲点は成熟以外の何物かとも関係することは明らかである。そして清水が述べた様に，その一要因として活動性があげられる。即ちドジョウは，成魚と稚魚では運動様式が異り，稚魚期では運動が持続的で游泳魚に近い様式をなし，特に降雨時は，中層，又は表層を盛んに游泳するが，成長するに随つて活動は断続的で底棲魚として特徴のある運動様式をとるに至る。之等2つの運動様式の変化は，性徴発達以前に発現される。又，各鰭の長さの係数値が，成魚よりも稚魚の方が大きい事は，以上の事柄を裏付けるものと思う。

摘　　要

成魚に於ける吻端より各部位迄の距離，鰭の長さ，鰭の基底長及び軀間長の体長に対して占める割合と各体長に於けるそれ等とを比較した。

1）眼球前縁，鰓蓋後端，脊鰭，胸鰭，腹鰭，臀鰭そして肛門の各位置に於ける係数値は，

成魚よりも稚魚の方が大きい。

2）吻長の頭長に対する割合は稚魚よりも成魚の方が大きい。

3）臀鰭基底長及び尾柄高の係数値は各成長過程に於いて変化しない。

4）各鰭の長さの係数値は雌の成魚よりも稚魚の方が大きく，体長 10～29 mm で最大値を示す。但し腹鰭の係数値のみは，その発生より体長30～40 mm迄増加し，その後他の鰭の様な減少の傾向を示さない。

5）体高の係数値は，稚魚よりも成魚の方が若干大きく，又体幅の係数値は，体長 50mm 前後迄増大し，それ以後体長70～80 mmにかけて一たん減少の傾向を示し，それ以後再び増大する。

6）係数平均値の均一性の検定に於ける不偏分散比の値は，軀幹部では胸鰭の位置が最大値を示し，この部位を中心として体の両端に位置する部位程小さい。

7）体の軀幹に位置する各部位の係数平均値に於いて，成魚との間に差異が認められなくなる時期（変曲点）は，鰓蓋後端及び胸鰭の位置で最も遅く，この部位を中心として，体の両端の部位程早い。

8）測定部位の全般に亘つて，成魚との間に係数平均値の差異が認められなくなる体長は，70 mm以上であつて，この時期は性徴の発現時期と一致する。

9）雄魚の係数平均値に於いて，その成魚との間に差異が認められなくなる体長は 90 mm 以上である。

10）各軀間長の係数値は，性徴の出現時期前では，鰓蓋後端より前部で減少し，それより後方の軀間で増加するか又は変化しない。又性徴出現後では，腹鰭前端基部より肛門迄の距離の係数値は小さくなり，一方肛門より臀鰭前端基部迄の距離で増大する。

11）各軀間長の全般に亘つて，成魚との間に係数平均値の差異が認められなくなる時期は，体長 80mmである。

12）成長率は，体長 80 mm 以下では，鰓蓋後端より腹鰭前起点迄及び肛門より脊椎骨後端の軀間で高く，腹鰭前起点より肛門迄の軀間で最も低い。そして体長80 mm以上では，さきに最低率を示した腹鰭前起点より肛門迄の軀間が，逆に最も高く，成長の中心を為す。

13）変曲点は生殖腺の成熟及び活動性に関連している様に思われる。

文　　献

1）GREEN & FEKETE, E : 1933. Differencial growth in the mouse. J. EXP. Zoöl. 66, 351～370.

2）HAMAI, I : 1941. A Study of the Growth of the Fish, Cyprinus Carpio L. SCIENCE REPORTS OF THE TÔHOKU IMPERIAL UNIVERSITY, Fourth Series, Biology, **16** (1), 17～89.

3）林　寿祐：1901. 鰌の雌雄，動物学雑誌，13，27.

4）————：1903. 泥鰌に就いて，動物学雑誌，**15** (181)，410～414.

5）HUXLEY : 1932. Problems of Relative Growth. Honorary Lecturer in Experimental Zoology, King's College, London, 1～276.

6）池田兵司：1936. 日本産ドジョウ科魚類の雌雄性徴と其分類に就いて，Ⅰドジョウ *Misgurnus*

anguillicaudatus (CANTOR) とシマドジョウ2種 Cobitis biwae JORDAN and SNYDER, Cobitis taenia striata, subsp. nov., 動物学雑誌, **48** (12), 983～994.

7) 川村智治郎：1944. 鰭の発生と飼育, 1～23.

8) 小林彦四郎：1922. 台湾産鰭の発生に就いて, 水産研究誌, **17** (6), 129～133; **18** (7), 335～340.

9) KOBAYASHI, H.：1951. Experimental studies on the Sexual characters of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR), Annotations Zoologicae Japonenses, **24** (4).

10) 久保田善二郎：1953. ドジョウ卵巣の成熟過程に就いて 第3報 ホルモン添加餌料による卵巣の成熟促進, 水産講習所研究報告, **3** (2), 111～116.

11) 久保田善二郎・松井魁：1955. ドジョウの形態学的研究 第1報 雌雄に依る形態的差異に就いて, 水産講習所研究報告, **4** (1), 69～77.

12) ――・――：未発表. ドジョウの生態学的研究.

13) 増山元三郎：1949. 小数例の纏め方と実験計画の立て方, 河出書房.

14) 松井 魁：1934. 鰭の性別による外形の変異, 養殖会誌, 4, 164～168.

15) ――：1941. 養殖生物の成長度の研究 第2報 亀の成長に就いて, 水産研究誌, **36** (11), 193～197.

16) ――：1942. 養殖魚類の成長度の研究 第4報 鯉及鮒の年令と体長・体重との関係, 水産研究誌, **37** (9), 157～162.

17) 岡本規矩男：1921. 鰭の第二次性徴, 動物学雑誌, **33** (392), 191～192.

18) ――：――. 鰭の第二次性徴に就いての追加, 動物学雑誌, **33** (395), 319.

19) OKADA, Y., SEISI, R.：1938. Studies on the early life history of 9 species of fresh-water fishes of Japan, Bull. Biogeogr. Soc. Japan, **8** (15), 223～253.

20) RENDAHL, H.：1933. Weitere Untersuchung über Schultergürtel und die Brustflassen-muskulatur der Cobitiden. Ark. Zool., 21, 1.

21) 清水亘雄：1947. 骨の成長に関する研究, 北隆館.

22) 塚原 博：1948. ドジョウの二次性徴と産卵習性との関係に就いて, 生物, 3, 64～69.

23) 内田恵太郎：1939. 朝鮮魚類誌, 朝鮮水産試験場, 6, 429～439.

24) VLADYKOV, V. D.：1935. Secondary sexual dimophism in some Chinese Cobitid fishes. Jour. Morph. **57** (1), 275～302.

邦産玉貝科7種の卵塊及びその孵化幼生に就いて※

網尾勝

On the Egg Masses and Larvae of Seven Species of Naticidae (Gastropoda) from the Coastal Region of Japan

By
Masaru AMIO

Some whelks, belonging to the family Naticidae and living in coastal region, devour a considerable amount of shells of economic importance. Since egg masses and larvae of various species of naticid whelks in Japan are not fully explored up to date, it is up to this paper to give detailed explanation on parentage and construction of egg strings in seven species.

The species identification was done by comparison of protoconch still remaining on apex of adult shell collected from the neighbourhood of the locality where egg masses were sampled with the larval shell reared from the egg. In some cases outline of shell of newly hatched larva is partly covered with the next spiral whorl (e. g. *Neverita vesicalis, N. didyma*), but it is not the case with other whelks.

Recently, GIGLIOLI[3] gave a scheme of classifing naticid egg masses into two groups, i.e., with rigid walls and flexible ones. Each of the two is again subdivided in respect to several types of internal feature. In this paper seven naticid species are arranged from some points different from his idea.

Vertical section of the egg collar reveals in some species that (e. g., *Neverita vesicalis, N. didyma*, etc.) the egg space, in which only one egg capsule is enclosed, is arranged in one or two layers, but in two other species (e. g., *Natica adamsiana, N. janthostomoides*) many egg capsules are agglutinated in a large egg space with mucous fluid which is not whitened nor made less viscous even after immersion in alcohol or formalin.

The basal margins plicate, although not always the same in degree, in the former species, but any plicated basal margins can not be recosnized in the latter. Although an egg is generally enclosed in one egg capsule, in some cases two or three eggs are seen in an egg capsule. For instance, *Neverita didyma* and *Sinum papilla* often have 2 or 3 eggs in one egg capsule.

※ 水産講習所研究業績 第184号.

Two types may be seen with respect to the manner of connection between the egg capsule and the jelly-wall forming the egg space: one with the egg capsule not separable from jelly-wall, and one with the egg capsule separable easily or with difficulty from the surrounding jelly-wall.

Again, two groups are recognized in the larvae: one having spieal line on the shell and one having granulation on it. It would be superfluous to say that the larvae have each specific particulars as shown in Fig. 9. However, features of larval foot do not conform to the classification founded on characters of the egg masses and larval shells. The foot assumes features peculiar to each genus.

Two categories are evidently found in the egg capsules: larger and smaller.

The former is characterized by having longer duration of incubation (e. g. 4~5 weeks in *Neverita vesicalis*), consequently larger larvae coming out from it at creeping stage. The latter characteristically has shorter period of incubation (2~3 weeks), freeing larvae at free-swimming stage, even holding true with many capsules contained in a large egg-space.

緒　　言

海産腹足類玉貝科の卵塊は他の前鰓類には全く例のない甚だ特徴的な外観を示し[3,4,12,15]，古来様々の形容が行われているが，VERRILL[11]によつて〝底のない茶碗〟と表現され，我が国に於いても一般に〝砂茶碗〟と呼ばれて来ている。外国に於いては可成り以前から多数の研究者によつて広汎な区域に亘る多くの種類の砂茶碗及びその幼生に就いて研究がなされているが，最近 GIGLIOLI[3] はカナダ産9種の他に外国で報告されている主な種類の砂茶碗を含めた種類に就いて，主としてその形態を詳細に報告し，併せて産卵の方法も観察した。我が国に於いては，普通潮間帯附近で発見される2，3の砂茶碗に就いて滝[10]，渡辺[15]，木下[5]等が若干の事項を記載している他，報告を見ない現状である。浅海に産するツメタガイ，ヘソクリ，エゾタマガイ等は有用貝を穿孔する有害種と注目されており，食用にも供せられるものであるが，それ等と浅海に見られる砂茶碗との親子関係が甚だ曖昧で各種の砂茶碗を明確に区別するのは困難であつた。此の現状に鑑み筆者は上記3種と共に，ネコガイ，ハナツメタ，ヒメツメタ，アダムスタマガイ等を含む邦産玉貝科の中の7種の卵塊と，これ等から孵化した幼生及び若干の初期生活に就いても研究する事が出来たので，ここに取纏めて報告する次第である。

本文に先立ち，本研究に着手する動機を与えられ，終始絶大な御支援と御指導を賜り，且つ御校閲の労をお掛けした当所吉田裕教授に対して心からの謝意を捧げる。又文献その他に於いて有益な御助言と御激励を与えられた当所松井魁，石山礼蔵両教授，並びに文献及び親貝の同定等に多大の御支援を仰いだ京都大学波部忠重氏，広島大学滝巖教授に厚く御礼申上げる。更に貴重な標本を御恵送下さつた北海道区水産研究所木下虎一郎博士に，標本採集に御助力された大分県浅海漁業研究所小形国三氏，下関市水産指導所三浦昭氏，熊本県水産試験場海路口分場内田幸雄，長崎伸夫の各氏に対し深く謝意を表わす。

材料及び方法

研究に用いた卵塊は1953年から1955年に亘つて西日本各地及び北海道で採集されたもので，各種の詳細は夫々各項毎に述べる。

卵塊各部の調査箇所は第1図に示す通りでこれ等は GIGLIOLI[3] と大体同様である。殆ど全部の卵塊に就いて，下関市吉見町地先の沿岸或は実験室内で発育過程を観察し，孵化幼生迄飼育してその形態及び若干の習性等を観察した。

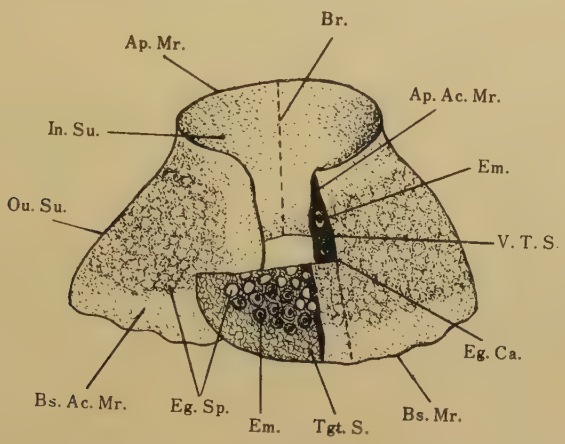


Fig. 1. Showing the observed parts of a typical egg mass.
Ap. Mr.……apical margin, Bs. Mr.……basal margin, V. T. S. vertical transsection, Eg. Sp. …… egg space, Eg. Ca. …… egg capsule, In. Su. …… inner surface, Ou. Su.……outer surface, Br.……breadth, Em.……embryo, Ap. Ac. Mr.……apical acapsular margin, Bs. Ac. Mr.……Basal acapsular margin, Tgt. S. ……tangential section.

種類の同定に当つては，各種の卵塊を飼育して得た孵化幼生の殻と，卵塊採集地附近で採集される玉貝科の可及的小さい成形貝の中，螺頂部に鮮明に残つている胎殻とが一致するものを以つて決定した。この場合孵出仔貝及び成形貝は臍孔を下方にして殻軸部を垂直に保ち，上方から光線を当ててアッベの描画装置を使つてトレーシングペーパーに図示したものを以つて比較検討した。但し成形貝の螺層が螺頂から見た時，内側の螺層の最外縁線をある程度覆いながら巻いている種類では，微細な針，ピンセット等で胎殻全体が浮き出る迄殻をけづつて描画し，同時に種々の角度からも観察して，飼育して得た幼生と，野外で採集した成形貝との同定に誤のない様にした。

卵　　塊

卵塊を構成している大部分は微細な或は幾分荒い砂粒で，外観上では上部を截断した円錐形状で，1巻内外の細長い薄板状或はカラー状を呈している。この砂粒の中に多くの卵が埋蔵されているのである。渡辺[15] によつて「座」と述べられている様に，自然状態では水底或は干上つた底層に，拡つた方を下にし，すぼまつた方を上にして放置されているが，産出后時日を経過した古いものでは形もくずれ，海底面に平たくなつている。卵塊は同一種でも陸に近い方

に産出されているものは海に近い方のものよりも小形になる傾向が認められる。卵塊の分類については，GIGLIOLI[3] は卵塊の垂直断面の彎曲状態，卵嚢の大きさ及排列状態等によつて大略2つの群に分けているが，筆者は次の様な諸点を観察した。

卵塊を構成している砂粒及びその表面はゼリー状物質で密着塗装されており，更に砂粒及びその間のゼリー状物質と共に腔所が形成され（之を仮に卵室 egg space と呼ぶ），この中に卵嚢が入つている。

第1表に示す様に，卵嚢は種類によつて卵室壁に1個宛密接（例，ヒメツメタ，ネコガイ，

Table 1. Details of egg mass for seven species.

Item \ Species	*Sinum papilla*	*Neverita vesicalis*	*Neverita reiniana*	*Neverita didyma*	*Natica maculosa*	*Natica adamsiana*	*Natica janthostomoides*
Length of Ap. Mr. (mm)	105～120	50～110	65～85	105～205	45～105	57～97	93～145
Length of Bs. Mr. (mm)	120～270	90～200	165～200	200～410	115～240	100～175	230～330
Breadth (mm)	15～36	20～40	35～46	38～72	22～35	18～25	45～50
Thickness (mm)	0.45～1.60	1.80～2.30	1.20～1.80	1.30～2.80	0.70～1.30	1.10～1.40	1.10～2.10
Size of egg space (mm)	0.24～0.32	1.95×1.30	0.36～0.42	0.52～0.58	0.31～0.35	0.80～0.90	0.80～0.90
No. of egg capsule in an egg space	1	1	1	1	1	12～13	14～17
Size of egg capsule (mm)	0.20～0.29	1.4×1.30	0.35～0.41	0.52～0.58	0.22～0.30	0.34×0.29	0.32×0.29
No. of egg in an egg capsule	1～3	1	1	1～3	1	1	1
Separability of egg capsule from egg space	separable	separable	difficult separable	inseparable	separable	separable	separable
Arrangement (layer) of egg space	more than one scattered	regular, 1	more than one crowded	regular, 2	irregular, 2	regular, 1	regular. 1

ヘソクリ）していて夫々が分離出来るもの，或は密着（例，ツメタガイ）していて夫々が分離不可能なものもあり，前者の中には卵室壁と卵嚢との分離が甚だ困難なもの（例，ハナツメタ）等がある。時には十数個の小形卵嚢が1卵室に納められている場合（例，アダムスタマガイ，エゾタマガイ）もある。卵室と卵嚢とが分離出来る種類にあつては，両者の間にある空隙に多少の差はあるが粘稠性物質が入つていて，各卵嚢はこの物質によつて囲繞されている。これ等の種類では産出後時日が経つにつれて卵嚢は卵室壁に略密接する迄膨大する。

卵嚢内には普通1個の卵が幾分粘稠性を帯びた透明液と共に入つているが，ネコガイやツメタガイでは時々2，3個の卵が1卵嚢に入つているのが見える場合がある。卵嚢の大きさは同一種でも幾分大きさが違い，大きい卵塊のもの程大きい。

卵室は垂直断面に対して略規則的に1層（例，ヒメツメタ，アダムスタマガイ）又は2層（例，ツメタガイ）に排列される種類があり，更に内外両層間に亘つて多くの卵室が比較的密集的（例，ハナツメタ）或は散在的（例，ネコガイ）に存在するものもある。

卵塊の下周縁はやや規則的な小さい褶波状（例，ネコガイ），大きなうねり（例，ツメタガ

イ）或は両者共備えるもの（例，ヒメツメタ）から，極めて不規則な缺刻状褶波とうねりとの混合されたもの（例，ヘソクリ），全くうねりも刻みもないもの（例，エゾタマガイ）等がある。産出直后の卵塊では表面の光沢が強く時日の経過につれて，卵塊表面に塗装されているゼリー状物質は変化し，光沢も弱く且つ浮泥その他の附着物で汚れていて粘力性が減少する。この新古の識別は卵塊中にある幼生発育の状態を外観から推知するのに役立つが，孵出迄の期間の長い種類（例，ヒメツメタ）では判別が容易で，孵化期間の短い種類（例，ツメタガイ）では困難である。幼生孵出迄の期間が短いもの（例，ツメタガイ）は幼生も一時に孵出して卵塊も同時にくずれ去るが，孵化期間の長いもの（例，ヒメツメタ）では幼生も除々に離出し卵塊も比較的除々に崩壊する。

幼　　生

本科に属する外国種の卵仔に就いては，PELSENEER[9]，ODHNER[8]，ANKEL[1]，HERTLING[4]，LEBOUR[7]，KNUDSEN[6]，GIGLIOLI[3]，THORSON[12]等の業績があるが，幼生の殻表に認められる彫刻（Sculpture）に着目し，之を幼生の種類の識別上の手懸りとして研究した報告は未だ見られない。筆者は卵塊から孵出した7種の幼生の殻表の彫刻が夫々の種によつて特徴のある事実に着目し，それによつて種を明確に区別する事を試みた。

卵嚢中にある孵出前の幼殻表面の状態を大別すると，第2表に示す様に顕著な褶状（例，ネコガイ）或は条線状（例，ヒメツメタ，ハナツメタ）の螺線をもつ群と，これ等を缺く代りに微粒を密布する群（例，アダムスタマガイ，エゾタマガイ）との2型があり，更に前者の中には微粒をも具備する種類（例，ツメタガイ，ヘソクリ）がある。

Table 2. Key to classification on the basis of sculpture in larval shell (7 species)

1. Spiral line, visible		
A. Only spiral line		
a. Remarkable wavy spiral line	*Sinum papilla*, (0.16～0.22)※	P
b. Faint spiral line		
Fine	*Neverita vesicalis*, (1.0).	b
Rough	*N. reininana*	p(?)
B. Spiral line and slight		
Granulation	*N. didyma*, (0.45).	P
	Natica maculosa, (0.26～0.28).	P
2. Spiral line, invisible		
A. Distinct granulation	*N. adamsiana*, (0.32).	P
	N. janthostomoides	P(?)

※……diameter of just hatched larval shell in mm.　　b.—benthonic. p.—pelagic.

卵塊から孵出する時の幼生の大きさは匍匐状態で出るものでは大形で径1mm位であるが，游泳状態で出るものでは小形で0.5mm前后或はそれ以下である。概して大型で孵出する幼生には，孵出時或は卵嚢内にある時でも前后に長い4葉形の大きい面盤があり，小形で孵出するものの面盤は卵円形状或は楕円形状に拡つた2葉形を呈する。面盤は透明なもの，幾分色彩のあるもの，或は色素斑のあるもの等多様であるが，ここに観察された全ての種類では内外2重

の繊毛列が認められた。面盤が4葉形を示すものは前足部が発達していて長く伸長出来るが，2葉形のものは発育段階も早期のもので前足部の発達は前者に比較して著しくない。口部及び消化官は概して紫黒色を呈しているが，暗色を帯びた黄褐色を呈するものもある。臍には全部の種類に単純な螺線が認められ一般に1½乃至2殻階で孵出する。

各種の記載

1．ネコガイ *Sinumn papilla* (GMELIN) (第2図，a～g)

本種の親貝は下関市吉見及び長府の干潟で比較的普通に採集される。卵塊は1954年6，10月に上記の地先で小潮の干潮時浅い所で，ツメタガイやヘソクリの卵塊と共に約20個程採集出来た。卵塊の殆ど大部を構成している砂粒は7種の中最も大きく附近の底質と同様であり，時々貝殻の破片を混入し，卵塊は幾分もろい。卵塊の上下両縁の長さは夫々105～120 mm，120～270 mm，巾15～36 mm，厚さ0.45～1.6 mmで，各々に可成の個体変異がある。水中では1

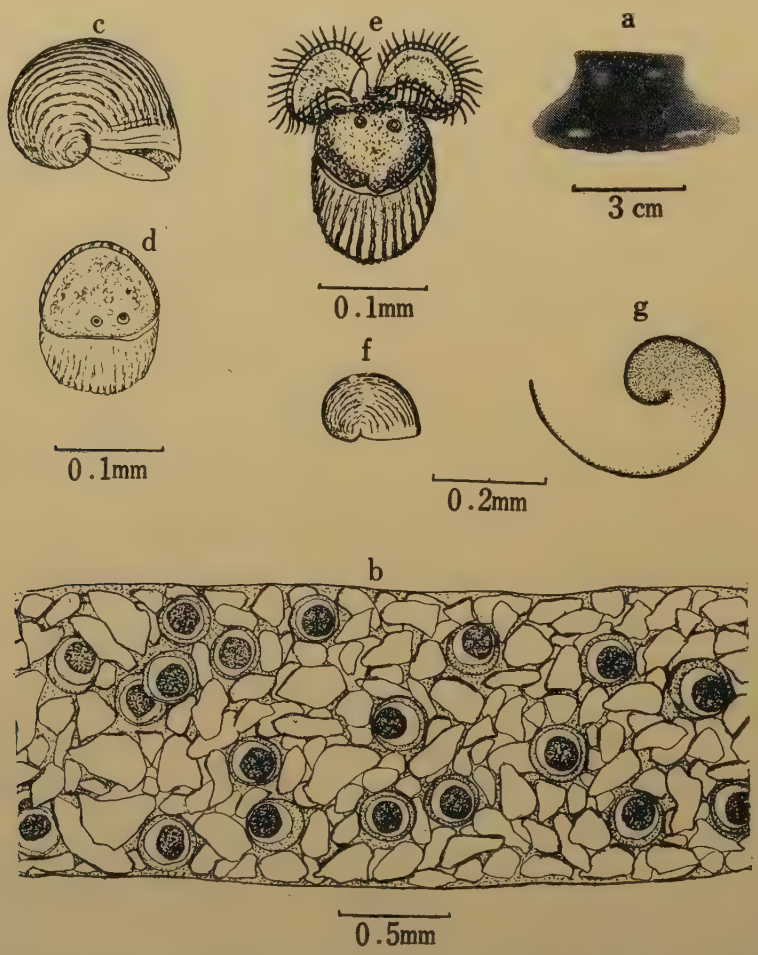


Fig. 2. *Sinum papilla* (GMELIN) a, Feature of egg mass; b, view of vertical section of egg mass with embryo in egg capsule; c, d, hatched veliger, apical and ventral aspects; e, free-swimming veliger; f, g, apex of adult form and hatched larval shell.

巻乃至1巻半位の状態で産出放置されている。巾の約½を占める上縁部は比較的垂直に近い円筒状となり，下周縁は細かい縮波状を呈し，稍内方に彎曲している。

卵室は卵塊の垂直断面に於いて1層以上に亘つて極めて不規則に荒い砂粒間に散在している。その大きさは径0.24～0.32 mmで光線に透過しても肉眼的には存在が認められない。

卵嚢は径0.20～0.29 mmの大きさで，極く薄い透明膜で構成され，砂粒の形に影響されて卵室と共に不規則な形をしているものが多い。卵嚢は卵塊の大きいもの程大きくなる傾向があるが，産出当初では卵室との間隙がはつきり認められ，時日が経過して幼胚が発育するに伴い膨大して卵室壁に密接するに至る。従つて卵を直接包含しているこの卵嚢は卵室壁から分離出来，又卵塊の殆ど上下両端迄分布している。稍粘稠性を帯びた透明液と共に卵嚢内に存在する淡黄白色の卵は直径約0.13 mmで普通1個，時々2，3個が1嚢中に見られる。

本種の卵塊は外観上，屢々同様な場所で採集されるヘソクリのものと比較的似ているが，上縁の垂直部分が後者より広く，且つ下周縁が内方に彎曲していて稍厚いので区別出来る。更に垂直断面では後者に比して卵嚢が砂粒より小さく，又その排列状態が極めて不規則で，卵室及び卵嚢の存在が不鮮明な点が相異している。

卵が産出されて孵化する迄に要する日数は6月中で2週間位であつた。

被面子の殻は，卵嚢内で形成された部分（胎殻）は濃い赤褐色を呈し，約20条の褶状乃至波状に隆起している顕著な螺線が認められる。殻軸部の色彩は最も濃厚で，孵化后に形成された殻の部分は色彩，螺条線共に薄れている。本科に属するものの中，この胎殻に存在する螺条線は曾て THORSON[11,12] がイラン湾産本科の一種，及びヨーロッパ産 *Natica* (*Lunatia*) *nitida* DONOVAN (=*Natica pulchella* RISSO) の被面子の胎殻に同様な螺条線がある事を観察しているに止まる。孵化直后の被面子の足部はやや広く，両側周縁の肥厚部は後端中央近くに達し，そこに小さい後方突出部が認められ，この部分は時日が経つと棍棒状に突出する。面盤上の2個の眼，足の基部附近の平衡器は共に鮮明で，孵化直后には右側にのみやや太い触角が認められる。面盤は無色又は淡黄緑色の2葉形で，口部は両眼中央の後方にあつて明瞭，肝臓は淡黄褐色，他は殆んど無色である。孵化時の殻の大きさは径0.16～0.22 mm，巾0.12～0.15 mmで7種の中最小であつた。

成貝の殻表は淡黄褐色の汚れた状態を示すが，胎殻部はこれと違つて濃い赤褐色であつて被面子の殻とは色，形状共に一致する。

本種の産卵期はやや長期に亘り，吉見で6月から10月迄，その盛期は夏で10月頃の産卵終期の卵塊は一般に小形のものが多い。

2．ヒメツメタ *Neverita vesicalis* (PHILIPPI)（第3図，a～n）

本種の卵塊は1953年，'55年の4～6月に採集した。採集地は吉見地先で，大潮時の干潮線下水深1 m前后，所謂「段落ち」附近に多数発見された。底質は微細な泥砂で，産出后余り時日の経つていない卵塊は幾分黒味がかつた色彩を呈し，附近は波浪等の水の擾動が少ない為，卵塊が産出されている場所から深みの方向には親貝の残した潜行跡が普通明瞭に残されている。親貝は新しい卵塊の産出されている附近を探しても1，2の例を除き見当らないのが普通である。古い卵塊の表面は黒色泥砂の酸化された錆色で光沢も失われ，緑藻等が生えているものが多いので，一見して新古の判別が容易である。

卵塊は上下両周縁の長さが夫々50～110 mm，90～200 mmで変異が著しい。巾は20～40 mm，厚さは1.8～2.3 mm，卵室の垂直断面の径は1.45 mm×1.20 mmで幾分上下に偏圧された楕円

形状である。内外両表面に平行した断面では，卵室は 1.45 mm×1.30 mm の不規則な卵円形乃至は六角形状で，上下両周縁に対し可成り規則的に排列され，8～28個が数えられた。これ等の卵室の存在する部分は多少表面が膨れているので光線で透視しなくても肉眼的に明瞭に識

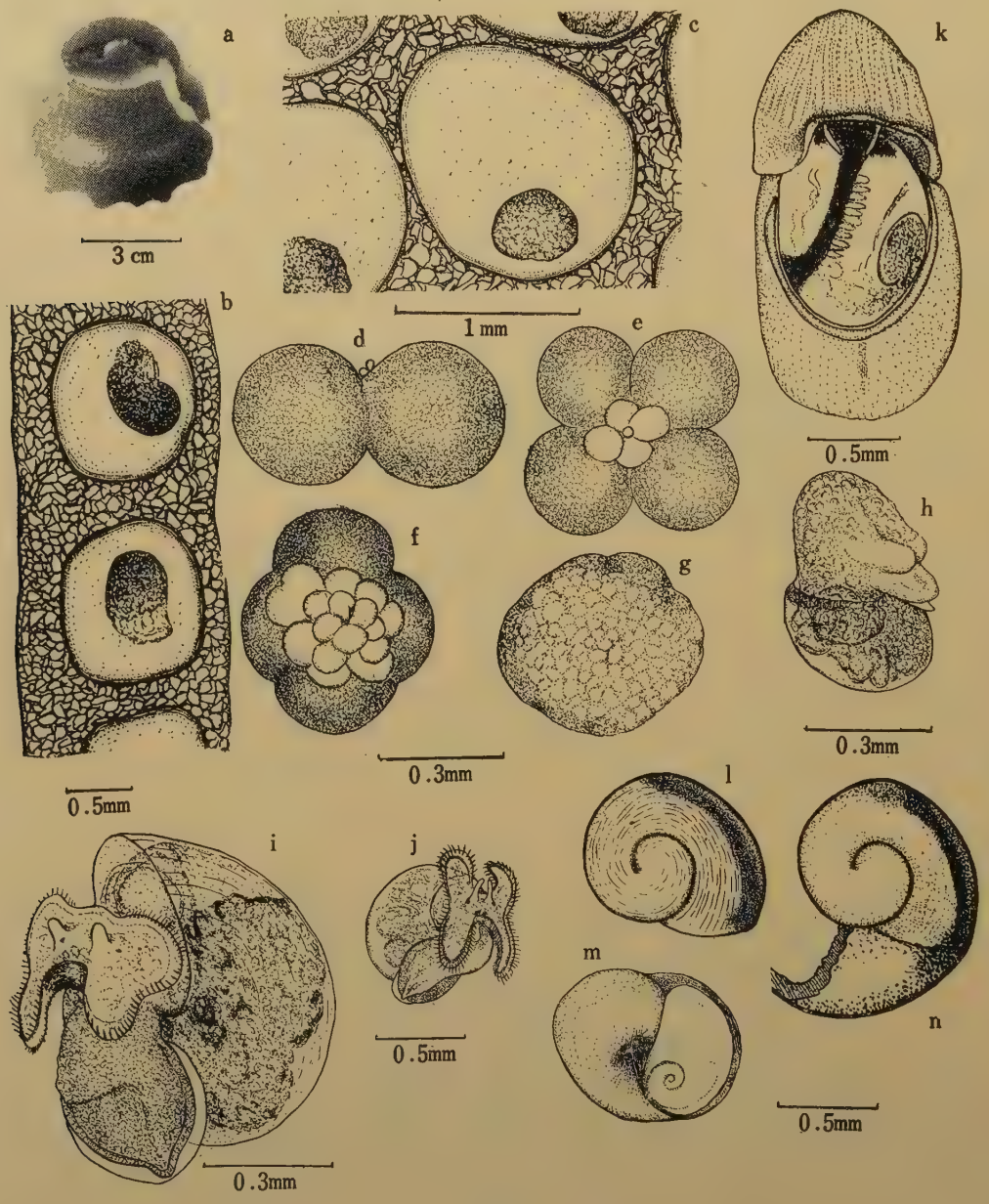


Fig. 3. *Neverita vesicalis* (PHILIPPI) a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass with embryo in egg capsule; d-g, cleavage stage; h, rudimental veliger; i, young veliger stage; j, developed veliger stage; k, hatched crawling larva; l, m, and n, apical and ventral aspects of hatched larval shell and apex of adult form.

別出来る。卵室のない部分（acapsular）は卵塊の下縁では巾広く，下端が著しく薄くなつた板状であるが，上縁には acapsular は殆んど存在せず僅かに先端の尖つた部分が認められるに過ぎない。下周縁にはネコガイで見られた程度の小刻みの褶を伴ふ可成り規則的な大きなうねりがある。卵塊の垂直方向に於ける彎曲は全体的に弱く，上部円筒状の部分が卵塊の高さの約半分を占める。表面及び砂粒間にあるゼリー状物質は比較的少ないので乾燥及び機械的障害に対して甚だ弱い。稀に干上つた場所で発見される本種の卵塊は殆んど弾力性を失い，再び海水中に浸しても中の幼生は発育せず，卵は崩壊し，卵室が空になつた状態に見える場合が多い。

卵室に密接して存在する卵嚢中には透明な粘稠液と共に直径0.48mmの淡黄色の卵があり，アルコール又はホルマリンで固定した卵塊では卵は卵嚢と共に摘出する事が出来る。即ち，固定標本に於いては，分割初期の卵を包含している卵嚢は，その中に上記の粘稠液が薄い乳白色に変化した状態で充満し，殆んど球形の状態で取り出す事が出来る。然し薄い幼殻が形成されている状態の幼胚が認められる卵嚢中にはこの乳白色状の物質は半分位に減少し，更に発育の進んでいる幼胚を包含しているものにはこの物質が殆んど残存せず薄膜丈となつている。この卵嚢中の粘稠液に就いて，GIGLIOLI[3] はこれを栄養液と呼び，又 THORSON[12] は幼胚がこれによつて育つものと推測している。恐らく本種に於いても同様に幼胚の栄養物としてこの粘稠液が利用されるのであらう。

卵室は1 cm²に50～55個が数えられ，大きい卵塊では全部で1500～1900個のものがあり，ここに述べた7種の中最も少ない。

5月初旬に採集した2細胞期の卵は実験室内の水槽で3日后には多細胞期或は胞胚期に達した。採集地附近に放置した数例では，多細胞期にあるものが10日后には面盤及び幼殻が出現し始めている初期被面子となり，更に10日后には長大な面盤を備えよく発育した被面子期に進んだ。多細胞期にある幼胚が面盤を生じ更にこれを失つて卵室から匍匐して外に離出する迄には25日乃至30日要した。即ち，4月下旬乃至5月下旬頃の水温15.8～21°C位では産出直后から孵化に至る迄に4～5週間を費やす様である。

卵嚢から摘出してシャーレー中で観察すると，幼殻の大きさ径0.8 mm前后の被面子には透明，長大な4葉形の面盤があり，その周縁に内外二重の纖毛列を備えている。やや細長い2本の触角の基部には明らかな眼があり，その後方の面盤周縁の内外纖毛列が合流する附近に暗色を帯びた口が認められる。この両纖毛列によつて細い溝状部が形成され，そこを伝つて微細な食物が口から食道へと送られて行くのが観察された。本種にあつてはこの大きさの幼生でも面盤周縁の纖毛の発達は著しくない，従つてこの様な幼生は卵嚢から摘出した后は水底に転つて時々緩やかに廻転運動をする程度で，決して水中を游泳しない。然しこの位の時代に達した幼生は海水中に摘出后も支障なく発育を続けて匍匐幼生に迄達した。この事は，GIGLIOLI[3] も述べた様に卵塊及び卵室を構成しているゼリー状物質並びに卵嚢及びその内容が幼生の発育と共に変化して外囲の海水と近似した状態になつているからであろう。透明な幼殻の表面には纖細な螺条線が認められ，その内部には十数本の櫛歯状に並んだ鰓，活動する透明な球状の心臓，幾分暗褐色の腸，淡黄色の肝臓が認められる。足は発達して大きく，特に前足部は長く伸長して時々底面を探る様な運動を示す。径0.8～0.9 mmの大きさになると周口殻中央附近から茶褐色の色素が出現し始めるが，この頃から面盤は次第に退化し始め径0.95 mmでは面盤は消失し，殻表の色素は殻の伸長と共に次第に帯状の螺線となり，臍孔が明瞭に認められるに至る。幼生が卵室を破つて匍匐状態で出る時の大きさは径約1.0 mmで略2殻階であつた。殆んどの

孵化幼生は卵塊の内側表面から脱出するがこれは卵室の外側壁より内側壁の方が比較的薄くなつている事実によるのであろう。又幼生は卵塊の上縁部から早く離脱し始めるが，殆んど全部が出終る迄には2，3日かゝり，次第に卵塊の形態は崩壊して行く。

脱出后の幼生は成貝同様よく発達した前足並びに未発達の上足で殻を包む様にし，触角丈を出した状態で直ちに砂中に潜入する。時々水面にも浮上してきて倒になつて水面を匍ふ。足部から分泌する粘液は極めて多い。

稚小な成形貝には殆んどのものに螺頂部約2殻階位の辺りに胎殻との区切りが可成り明瞭に表われているが，この胎殻の部分の色彩は茶褐色を帯びている。然し乍ら殻高約5 mm 前后の更に小さいものになると胎殻の部分は黄褐色の稍薄い色彩となつている。これは胎殻だけの色彩ではなく，その後に出来た殻の色彩が胎殻の色彩と重なつて見えるので，この後生殻を破つて胎殻のみにした状態では孵出幼生の色彩と極く近似している丈でなく外形も全く一致し，幼生が離出時にもつていた胎殻表面の特徴的な茶褐色帯の存在も透過してよく観察出来る。この茶褐色帯は成形貝に於いて可成り明瞭にみられる2条の斑な体層上の色帯の中，螺頂部に近い側のものに続くのであるが，巻数を増すと共に後生殻に覆われて埋れてしまふので，そのまゝでは観察出来ない。

Table 3. Developmental stages of the embryo in egg masses of *Neverita vesicalis*.

Date \ Stage	Early cleavage	Blastula or trochophore	Young veliger	Developed veliger
Apr. 22	5	11	7	1
Apr. 26	0	4	7	0
May 6	8	24	13	15
May 11	1	11	2	6
May 19	4	12	7	7

産卵期は第3表に示す様に4，5月が盛期でこの頃に野外で採集した卵塊には発育時期の異る種々のものが見られる。5月下旬頃には小形の卵塊が多く，6月中には極く少なくなつて終期の状態を示す。

3. ハナツメタ *Neverita reiniana* DUNKER （第4図，a～i）

採集地は熊本県滑石町地先で，菊池川河口，大潮時の干潮線附近，泥砂地の所で，時期は1955年2月，3月に亘つた。卵塊はゼリー状物質に甚だ富み，油状光沢が強い。

上周縁65～85 mm，下周縁165～200 mm，巾35～46 mm で，長さに対して巾が可成り広く大部分の卵塊は1巻に達しない。垂直方向の彎曲の程度は甚だ弱く，上下周縁は余り薄くはない。下周縁のうねりは著しく弱く微かに認める事が出来る程度である。垂直断面の厚さは 1.2～1.8 mmを示し，内外両表層を覆ふゼリー状物質は厚く，砂粒は幾分荒い。砂粒は垂直断面中央部に比較的少なく，上下に密集していて中央部に多いゼリー状物質をサンドキッチ状に挟んでいる観がある。ゼリー状物質に埋れた状態の卵嚢は中央附近に密集していて，極めて不規則に排列されている。卵塊の上下縁には acapsular は殆んどなく，卵嚢は両縁の先端迄存在する。卵室と，この中に納められている卵嚢とは極めて密接し，且卵嚢を形造つている膜は薄く，固定後に於いても卵室から卵嚢を分離する事は困難を伴ふ。

卵嚢の大きさは 0.35～0.41 mm で，大部分は歪んだ球形で中に1個の幼胚と粘稠液を包含

Fig. 4. *Neverita reiniana* DUNKER a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass; d, e, zygote and cleavage stage of ovum; f, trochophore stage; g, rather young veliger stage; h, i, larval shell taken out from egg capsule and apex of adult form.

する。未だ分割していない淡黄色の卵の直径は0.19 mmで，水温7.0～14.0°Cの範囲では面盤及び幼殻が認められる様になる迄に11日内外を要した。これ以后5日を経ても孵化に至らなかつたが幾分発育した。上記の結果及び卵嚢，卵等の大きさから考えて，3週間前后で自由游泳期で孵化するものと推測する。この研究に用いた卵塊の中，卵嚢内で最も発育した被面子は大きさ径0.32 mm，約1½殻階を示し，4葉形になると思われる可成り大きい面盤と幾分紫黒色を帯びた前足部が発達している。2本の触角，眼及び平衡器があり，消化器官は多少紫黒色を帯びているが，その色はツメタガイ程濃厚ではない。肝臓は黄褐色で，殻表は最初やや粗面状で次第に褶状の螺条線が比較的明瞭に認められる様になる。この頃の幼殻は殆んど透明に近い。成形貝の胎殻とこの被面子の殻とはよく一致する。

Table 4. Developmental stages of the embryo in egg masses of *Neverita reiniana*.

Date \ Stage	Early cleavage	Blastula or trochophore	Young veliger	Developed veliger
Mar. 9	17	3	0	0
Mar. 23	3	3	5	1

卵塊は2月下旬の採集では殆んど中の卵が破壊されて観察不能であつたが，3月初旬には分割初期の卵を含むものが大部分であつた（第4表）。3月下旬になるとやゝ進んだものも採集され，この頃が産卵盛期と思われる。

4．ツメタガイ *Neverita didyma*（RÖDING）（第5図，a～h）

本種の卵塊は一般に砂茶碗の代表的なものとされているが，滝[10]によつて若干の記載がなされているのを見るに止る様である。卵塊は1954年10月初旬及び'55年5月初旬下関市吉見地先に於いて，又'55年5月中旬大分県高田地先で何れも大潮時の干潮線附近で採集した。

卵塊は7種の中最大で，上周縁105～205 mm，下周縁200～410 mm，巾38～72 mmを示した。上縁部は比較的厚味がある。彎曲の程度は最も甚だしく，上縁に続く円筒状部は巾の½～⅓を占め，下周縁は規則的な大きなうねりを示す。断面の厚さは1.3～2.8 mmで，acapsularは上縁には殆んどなく，下縁に僅か認められる程度で上下先端は円鈍に終つている。

卵室の直径は0.52～0.58 mm，略規則的に2層に排列している。砂粒は荒く，ゼリー状物質は比較的多い。1個宛の卵と透明な粘稠液を納めている卵嚢は，卵室を形成しているゼリー状物質と密着していて剝離されない。時々2，3個の卵を含む卵嚢も見られる。内外両表面に平行した断面では卵室は可成り密接して存在している。1 cm²に約200個の卵嚢が数えられ比較的少ない。卵の直径は0.27 mmで発生経過はヒメツメタによく似ている。卵室は光に透過した場合肉眼で漸く認められる程度である。

5月6日多細胞期にある卵は実験室内で4日目にはコップ状の殻と面盤の出来かかつた初期の被面子に進み，8日目には可成り形の整つた径0.34 mmの被面子期になり，卵嚢内を緩やかに運動する様になつた。この時期には既に両眼は認められたが未だ触角は認められず，大きな丸い足部と臍及び2個の平衡器がある。殻の表面は微弱な粒子が散布しているが，発育が進むにつれてこれは消失し微かな螺条線えと変化する。孵化直前の大きさ径0.45 mm位で，紫黒色を帯びた前足部が既に発達していてよく伸長し，口辺，食道，胃腸等は濃い紫黒色を現わし，肝臓は黄褐色から茶褐色に変化している。15日目に孵化した被面子は大きな4葉状の面盤を備え，活潑に游泳した。透明な面盤の周縁にはヒメツメタ同様2重の繊毛列が認められ，面盤上の2の触角は幾分長く，口は大きく開いて周辺の繊毛は明瞭に認められた。孵化后1週間を経た被面子は1½殻階，径0.5 mm前后となり殻色は幾分茶色を帯び時々水底に横たわつて長く前足を伸ばして水底を探る様な運動をするが，面盤は依然大きく，尚活潑な游泳生活を続行した。

ヒメツメタ同様，殻高4 mm位の稚貝の螺頂部には径1 mm附近，約2殻階位の所に区切れが認められるので，これ位の大きさで面盤を失つて完全に匍匐生活に入るものと推測され游泳期間はやや長いものと思われる。

成形貝の螺頂部を観ると1殻階を過ぎる頃から後生殻がヒメツメタの場合の様に最外縁線上を覆つて巻くが，これを取去つて現われる胎殻は孵化幼生の殻形に一致する。

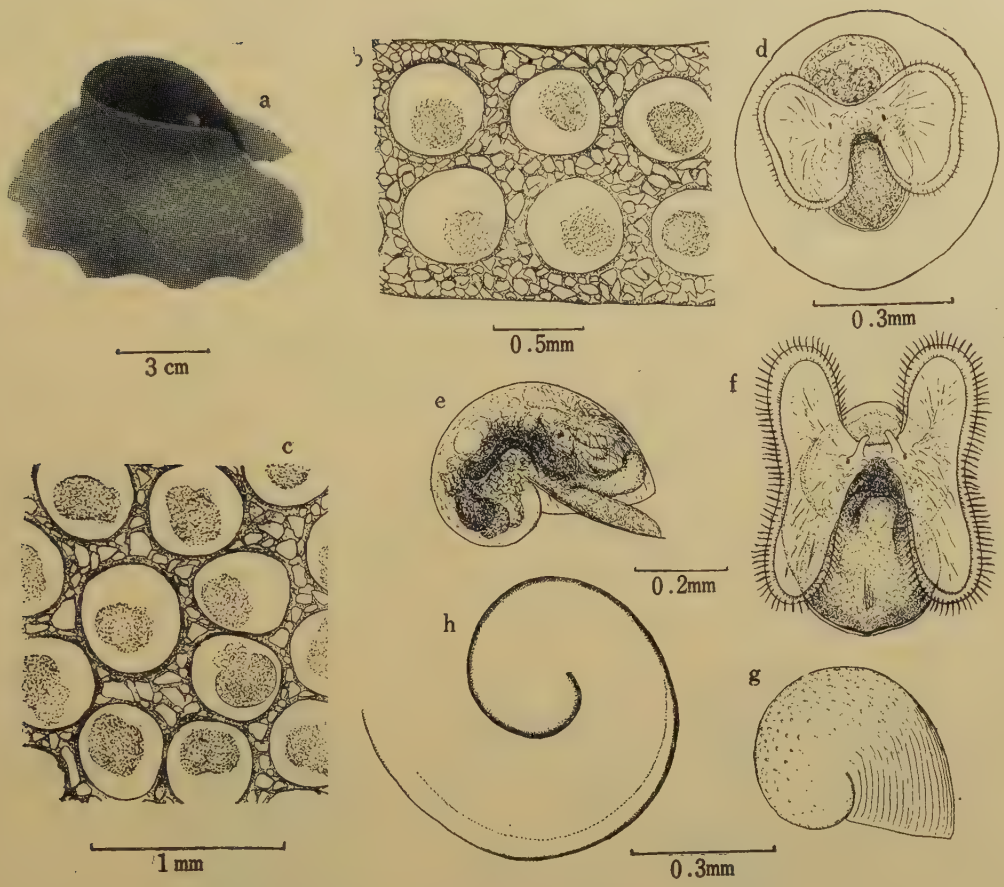


Fig. 5. *Neverita didyma* (RÖDING) a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass with embryo in egg capsule; d, young veliger in egg capsule; e, f, hatched veliger; g, h, hatched larval shell and apex of adult form.

幼生孵出は短時間に行われ，卵塊は虫喰い状になつて崩壊する。産出から孵出迄の期間が短い為か，ヒメツメタの卵塊の様に外観上から新古の区別をする事は稍困難であつたが，破損を蒙つている卵塊は幾分弾力性を失つていて，多くは孵出間近い幼生が入つているのが観察された。

本種の synonym として扱われている *Natica*(*Neverita*)*ampla* の卵塊がTHORSON[11]によつてイラン湾から記載されているが，邦産種と異つて卵嚢は1層に排列され且つ卵嚢及び幼生は大きく寧ろヒメツメタに近く，ツメタガイとは分けて扱ふ可きである。

Table 5. Developmental stages of the embryo in egg masses of *Neverita didyma*.

Stage / Date	Early cleavage	Blastula or trochophore	Young veliger	Develope vdeliger	Hatching
May 21	7	29	21	5	3

高田で5月下旬に採集した卵塊は第5表の通りで種々の形をした幼胚が認められ，既に盛期の状態を示している様に見える。東京湾では[10] 6月下旬～7月下旬頃迄産卵が続き7月下旬になれば殆んど全部空になつていると報告されているが，これは筆者がヒメツメタの観察に於いて述べた様に干潟で乾燥されたものを調べたものであろう。吉見では5月初旬から10月初旬迄卵塊が見られる。

5．ヘソクリ *Natica maculosa* LAMARCK（第6図，a～f）

本種に関しては渡辺[15] の報告がある。然し卵塊の構造に就いては記載されていない。ここに用いた標本は1954年6，9月に下関市長府並びに岡山県乙島地先の干潟の澪や潮溜り附近の砂泥地で多数採集した。

卵塊は上縁45～105 mm，下縁115～240 mm，巾22～35 mm，断面の厚さ0.7～1.3 mmで砂粒は細い。垂直断面の彎曲程度は弱く，上方の直立する部分は僅かである。下周縁は極めて不規則な缺刻を伴い，ツメタガイより幾分小さいうねりが認められ，先端は薄くて内方に彎曲しない。

卵室の大きさは0.31～0.35 mmで砂粒中に不規則な2層状となつて排列している。卵嚢は大きさ0.22～0.30 mm普通0.26 mmで，直径0.17 mmの淡黄色の卵並びに粘稠液を包含し，ネコガイよりも鮮明且つ稍厚い透明膜で形成される。卵室はその周りの砂粒が細かいのでネコ

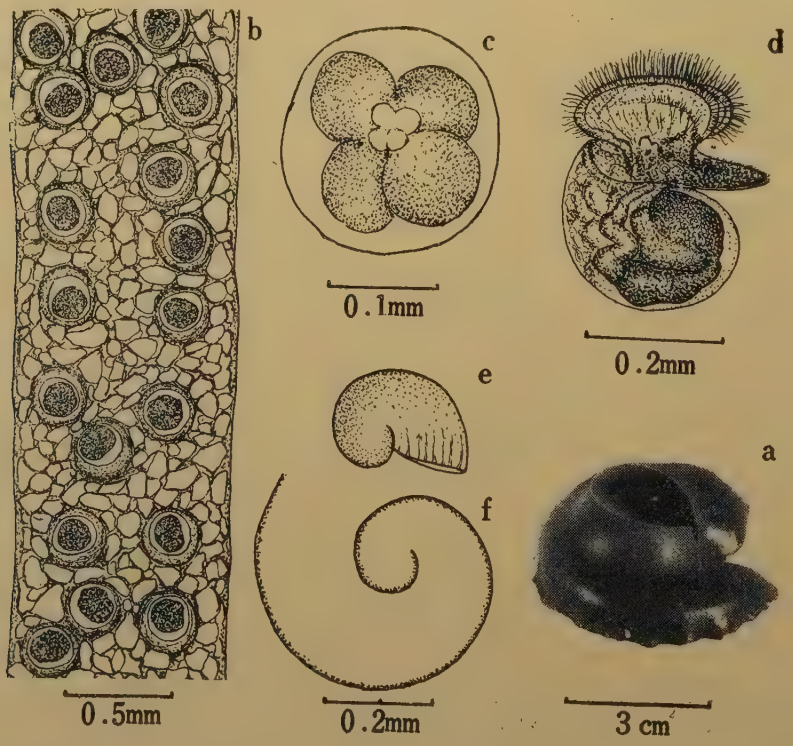


Fig. 6. *Natica maculosa* LAMARCK a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass with embryo in egg capsule; c, cleavage stage; d, veliger stage; e, f, hatched larval shell and apex of adult form.

ガイの様に不規則な形になる事は少ない。卵塊の殆んど上下両端迄卵嚢が存在し，外接する卵室壁と卵嚢との間に少量の粘稠性物質が存在するので両者はよく分離出来，光線に透過しても卵室は肉眼では認められない。

卵室中の被面子は2葉形の面盤をもち，夫々2個の眼，平衡器及び極く短い2本の触角をもつ。産出后孵化迄の期間は追究しなかつたが，渡辺[15]は5，6月中で15日位とし，孵化后2，3日中に底着生活を始めると述べている。筆者の観察によれば，孵化幼生は大きさ径 0.26～0.28 mm，約1½殻階で，殻色は淡黄褐色，殻軸及び螺頂部は幾分茶色を帯びていた。殻表には漸く認められる程度の微粒が密布し，周口殻の部分には繊細な十数本の螺条線が認められる。消化器官は可成り濃い紫黒色を帯び，2，3日后も底着せず尚活潑に游泳生活を続けた。足部は発達せず，面盤周縁の繊毛は比較的長く，孵化幼生の大きさはツメタガイ等より小形であるので，相当長い游泳期間をもつものと推測する。被面子の殻表の彫刻や，内臓の色彩はツメタガイのものと類似しているが，本種では面盤が2葉形である事，前足部が未発達で紫黒色を帯びず足部後端が稍三角形状を示し，又口部の色彩が薄くて触角が極めて短い点等に於いてツメタガイの被面子と明瞭に区別出来る。被面子の殻と成形貝の胎殻はよく一致し，色彩も殆んど変らない。

産卵期は渡辺[15]によれば2～12月，就中5～7月と云われている。幼生が孵化する時，卵塊はツメタガイと同様短時間内に崩壊するが，採集した卵塊中には卵嚢中の幼胚が既に崩壊してヒメッタ等に見られた様に卵嚢の中が空の様に見える場合もある。卵塊中の卵数は2～3万粒とされている[15]。

6. アダムスタマガイ *Natica adamsiana* DUNKER（第7図，a～h）

本種の成貝は下関市吉見，長府等に比較的普通に見られる。卵塊は1954年12月，1955年3月に吉見，長府に於いて大潮干潮線下水深 50 cm位の泥砂地で多数発見された。

卵塊は小形で上縁 57～97 mm，下縁 100～175 mm，巾 18～25 mm の細長いテープ状を呈して1巻半にも達する。下周縁のうねりは認められない。砂粒及び表面を密着塗装しているゼリー状物質は少なく，卵塊は比較的もろい。垂直方向の彎曲は殆んど認められない。断面は厚さ 1.1～1.4 mm で，そこに径 0.8～0.9 mm の卵室が比較的整然と凡そ10～20個1層に排列され，光線に透過するとその存在が肉眼的に明瞭である。卵室中には水飴状の透明な粘稠性物質（固定しても乳白色とならず粘稠性も変らない）と共に12～13個の卵嚢が入つていて固定后でもこれ等を個々に分離して取出すのはやや困難で，粘稠性物質によつて互に連繋されている。卵球状の卵嚢の大きさは 0.34 mm×0.29 mm で，この中に 0.16 mm の卵が1個づつ透明液と共に入つている。上下両縁の acapsular は下縁部に比較的巾広く存在する。1卵塊中の卵室は平均2600個が数えられるから，卵数は約3万粒である。

多細胞期にある幼胚は実験室内で9日目にコップ状の幼殻をもつた被面子に進み，更に9日目には卵塊が崩壊して幼生が泳ぎ出た。この間の水温 7.0～14.0°C で自然状態より幾分低目であつた。従つて孵化に要する期間は2～3週間と考えられる。孵化幼生は約1½殻階，径 0.32 mm の大きさで面盤は極く淡い黄緑色を呈し，略長楕円形状となつて2葉形に拡がり，その前后周縁には紫色の色素斑が認められる。殻の色は淡橙褐色で表面には顕著な粒子が密布している。短い両触角の基部に眼が明らかに存在し，足はヘソクリと略同様でその基部附近に鮮明な平衡器がある。口部及び消化器官は濃紫色を呈し，肝臓は橙褐色を帯びる。被面子の殻と成形貝の胎殻とはよく一致する。

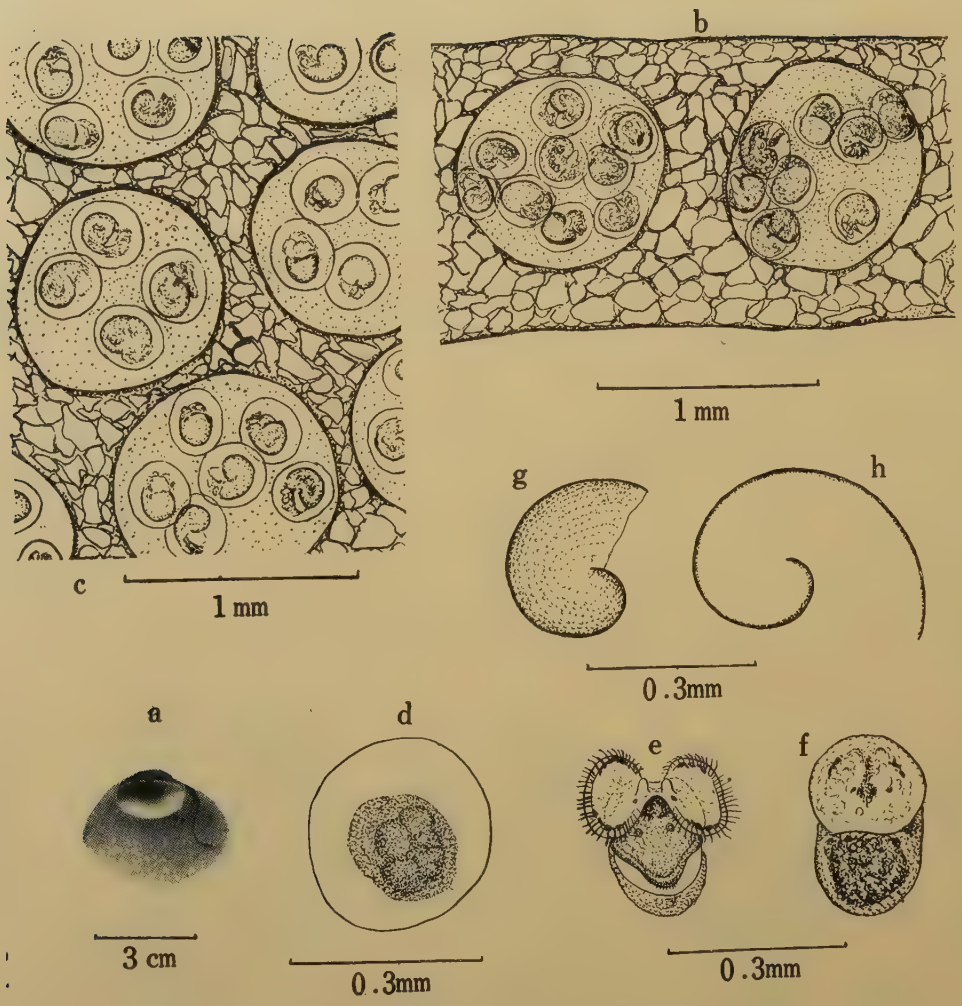


Fig. 7. *Natica adamsiana* DUNKER a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass with embryo in egg capsule; d, cleavage stage; e, f, hatched veliger; g, h, hatched larval shell and apex of adult form.

卵塊は12月頃から産出直后のものが採れ始めるが3月中に採集した卵塊中の幼生発育状態は第6表の通りで，3月7日で既によく発育した被面子期に進んでいるもの及び直ちに孵化するもの等が可成り認められ，11日に採集した卵塊では全体的に小形の卵塊が多く，幼胚の発育の進んでいるものの方が多かつた。これらの状態から判断すれば3月頃が産卵終期であろう。

Table 6. Developmental stages of the embryo in egg masses of *Natica adamsiana*.

Stage / Date	Early cleavage	Blastula or trochophore	Young veliger	Developed veliger	Hatching
Mar. 7	2	11	7	5	2
Mar. 11	3	2	5	6	1

7．エゾタマガイ *Natica janthostomoides* KURODA *and* HABE（第8図，a～f）

本種の卵塊の外形は木下[5]によつて既に示されている。標本は同氏から送られたもので，採集は北海道室蘭湾に望む胆振国有珠湾に於いて1955年4月にされたものである。

卵塊は相当大きく，上縁93～145 mm，下縁230～330 mm，巾45～50 mm であつた。卵塊はその上縁から下縁に向つて緩やかに彎曲し，下縁には全くうねりも缺刻もなく平坦で，約1巻である。垂直断面は厚さ1.1～2.1 mm で，表面及び荒い砂粒間のゼリー状物質は幾分多い。卵室はアダムスタマガイと殆んど同大で大きく0.8～0.9 mm，表面から光線で肉眼的に透視出来る。

アダムスタマガイと異つている点は，本種の卵塊では acapsular がなく，両端は円鈍に終り，卵室が殆んど末端迄行き亘つているのに対して，アダムスタマガイでは前述の如く尖つた薄板状の acapsular が上下両周縁に認められる。又，前者の卵塊は小形で，垂直方向に殆んど彎曲していないが本種では彎曲が可成りはつきり認められ且つ大形であり，特にその卵室中の卵嚢は14～17個で，本研究に用いた7種の中最も多い。卵室中の粘稠性物質はアダムスタマガイより少なく，固定前でも卵嚢は卵室内から個々に分離して水中に取出す事が出来る。卵嚢は前者より僅かに小さく0.32 mm × 0.29 mm で1卵塊に7～9万粒程度である。約1殻階の末発育の被面子の殻表には顕著な粒子が密布していて眼は既に黒く認められた。内臓は未だ顕著な色彩が出現していなかつたが，恐らくアダムスタマガイに認められた様な紫黒色の色彩を帯びるものと推測される。

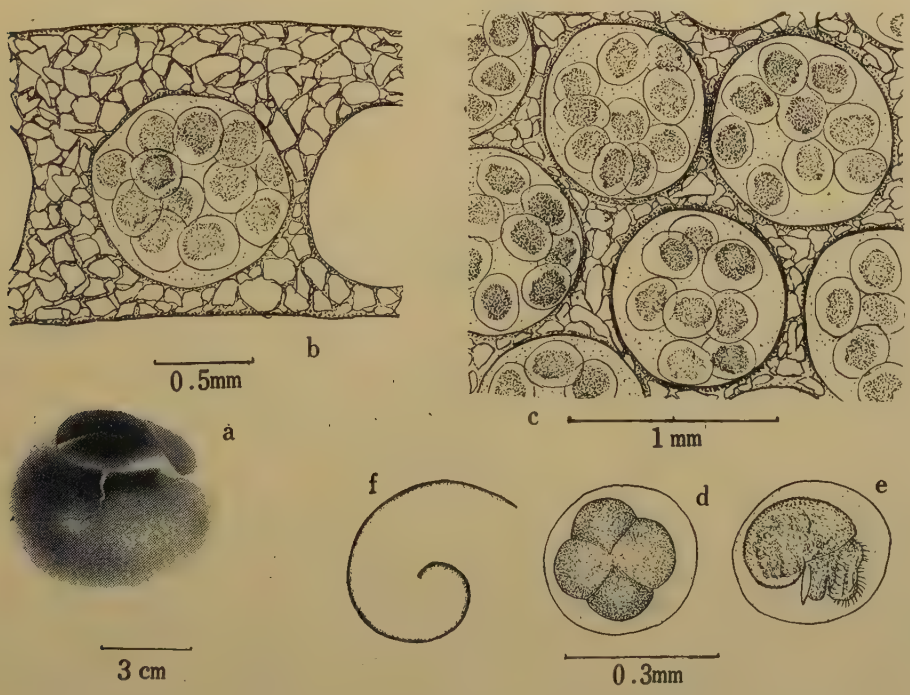


Fig. 8. *Natica janthostomoides* KURODA and HABE a, Feature of egg mass; b, c, view of vertical and tangential sections of egg mass with embryo in egg capsule; d, cleavage stage; e, young veliger in egg capsule; f, apex of adult form.

23個の卵嚢について調べた結果，未だ被面子期に達しないものが16個，被面子初期のものが7個であつたからこの標本が採集されたのは産卵期の初め頃であろう。この標本中，卵嚢内で最も大きい幼殻をもつたものでも径 0.24mm であつたが，その幼殻は成形貝の胎殻の形状とよく一致した。

考察

吉田[16]は日本産の有用二枚貝に就いて，その殻頂部に残つている胎殻と浮游仔貝とを比較検討して各種の同定上の手掛りとし，多大の成功を収めた。又 DALL[2]も近縁種に於いて螺頂の大きさが違つている事を指摘した。THORSON[13]はNaticidae の4例を挙げて匍匐期で孵化するものは浮游期で孵化するものよりも螺頂の大きさが著しく大きい事を報告しているが，これは本記観察とよく合致する。

然し乍らヒメツメタ，ツメタガイ等では既に述べた様な現象が見られるので，単に成形貝の螺頂のみをそのまま観察すると胎殻の真の大きさより若干小さく見做す恐れがあり，孵出幼貝の殻の巻数及び大きさが増大すると共に一層この見掛け上のずれが大きくなる。特に孵出した幼殻と，成形貝の螺頂との大きさ及び螺線の状態等を，微細に亘り比較検討して種類の同定を行う場合には上記の事項の他に，胎殻と後に生ずる螺層とでは殻軸の中心が変化している場合もあるので[12]充分注意しなければならないが，本記7種については軸の変化は見られなかつた。THORSON[13]も述べている様に上述の同定の方法は腹足類全般に亘つては適用されないであらうが，本科については妥当な方法と考えられる。

次に以上述べた7種の卵塊及び幼生の状態を模式的に図示し，比較考察を試みた（第9図）。先づ卵塊の垂直断面を示すA列に於いては，従来注目されていなかつた卵室と卵嚢との関係を示す。即ち，1卵室中の嚢数を比較すると，ネコガイからヘソクリまでの5種では全て1卵室に1個の卵嚢が存在しているが，他の2種では1卵室内に多くの卵嚢がある。後者と同様な型に入る例としては今迄報告されている種類は甚だ少なく，イラン湾で THORSON[12]が記載した *Natica sp. C*, 及び KNUDSEN[6]が記載した *Natica marechiensis* 等がありカナダ産 *Polynices heros*[3]もこの型に入る。更に1卵室に1卵嚢が認められる群の中にはその卵嚢内にツメタガイやネコタガイの如く1個以上の卵が屢々認められる種類があり，これ等と同様な型の中には顕著な例として，カナダ及びヨーロッパ産 *Polinices*（*Euspira*）*catena*[3,13]並びにカナダ産 *Polinices*（*Euspira*）*triseriata*[3]等が見られる。卵室と卵嚢との間に介在する粘稠性物質は，アダムスタマガイで述べた様な性質を具備している点から見て，Archaeogastropoda の多くの種類で観察されている[7]ところの egg covering（egg membrane の上を更に覆つている薄膜）を囲繞している寒天状物質に相当する。従つてNaticidaeの卵塊中に認められる上記の卵嚢は Archaeogastropoda の egg coveringと相同のものと考える事が出来，こゝで述べた卵嚢内の透明液はアルブミン性の物質と思われる。

B列に於いては，幼殻表面の彫刻の状態は明瞭な螺条線として認められるネコガイから明瞭な粒子を備えているエゾタマガイに至る迄順次変化し，この間に於いて可成りの種的相違が認められた。そしてA列と同様に，ネコガイからヘソクリ迄は螺条線が認められるに反し他の2種ではこれが認められない。

卵塊の外形を示すC列に於いても同様にアダムスタマガイ，エゾタマガイの2種には他の5種と異つて卵塊の下周縁にうねりが認められないばかりでなく上縁には垂直的な部分が殆んど

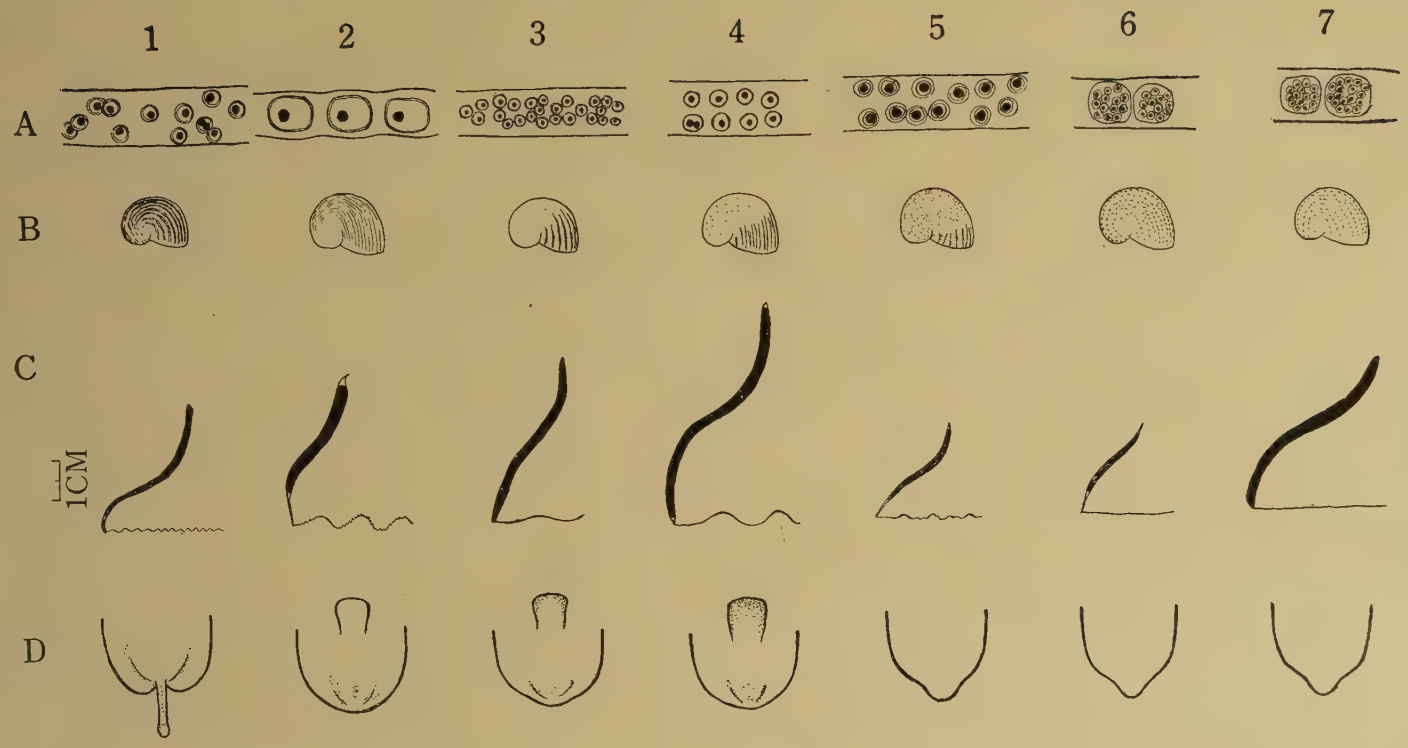


Fig. 9. Schemata of egg masses, larvae and adults (parts) of seven species. 1, *Sinum papilla;* 2, *Neverita vesicalis;* 3, *Neverita reiniana;* 4, *Neverita didyma;* 5, *Natica maculosa;* 6, *Natica adamsiana;* 7, *Natica janthostomoides;* A, vertical section of egg mass; B, sculpture of larval shell; C, feature of basal margin and vertical section of egg mass in normal position; D, feature of larval foot; E, state of operculum in adult form.
H. T. T.·····horny and very thin, H. T.·····horny and thin, H. Th.·····horny and rather thick, C. H.·····calcareous and hard.

存在しない。

以上の3項で示した様に卵塊内外の諸形質と，孵化幼生の殻表上の彫刻との変化の傾向はよく一致しているので，之等の特性に基いて，第9図中の1のネコガイより5のヘソクリまでの5種と残りの2種を含む2の群に分ける事が出来る。

他方，これ等の成員に於いて，形態上の特質と考えられている歴の性質を，以上の2群に就いて較べて見た場合(E列)，ヘソクリが石灰化しているのを除けばこの群の他のものは全部の種類に於いて歴は角質であるが，別の群では石灰化した歴をもつ。所が幼生期に観られた足部の特徴では(D列)*Sinum*属にはその後端に棍棒状突出があり，*Neverita*属では前足部が顕著に発達している。然しヘソクリ，アダムスタマガイを含む*Natica*属では以上述べた様な特徴は認められず足部後端は三角形状を呈している。以上の様に，本科に於いては卵塊内外の形や幼殻の彫刻よりも，幼生の足の形状の方が各属の特徴をよく表わしているものと考えられる。

幼生孵出の状態に就いて GIGLIOLI[3] は，卵塊に垂直方向の彎曲の見られない所謂 "rigid wall" をもつ種類の幼生は全部匍匐期で孵出すると述べた。然し，本邦産アダムスタマガイの卵塊は殆ど彎曲がなく明らかに "rigid wall" をもつ種類であるが，その幼生は游泳期で孵出した。本研究に用いた種類に就いては，卵嚢が大きい種類では幼生も大きく匍匐期で孵出し，小さい種類では小形の幼生が游泳期で孵出した。即ち，孵化時の幼生の状態は，卵塊の彎曲状態及び卵室の大きさ等との関係よりも，寧ろ卵嚢及びその中の卵の大きさに依つて左右されるものと考えられる。本邦産の本科の種類では，大体直径0.3 mm以下の卵の入つている0.6 mm以下の小形卵嚢から孵化する幼生は游泳期を経過するが，直経約0.5 mmの卵をもつ1 mm以上位の大形卵嚢から孵出するものは，直ちに匍匐する。この事は外国産種に就いても適用し得る。但し卵嚢が可成り大きくても（径0.85～1.15 mm）その中に1～3個の卵をもつているカナダ産 *Polynices triseriata* では孵出時の幼生は游泳したり匍匐したりするので，これは中間的な場合と考えられる。

又一般に同一種でも陸に近い浅所に産出されている卵塊よりも比較的沖側の深みに産出されている卵塊程大きく，卵嚢も亦大きくなつている傾向が認められたが，各種の間に就いても同様な現象が認められた。小形卵嚢（径0.6 mm以下）をもつ種類では1卵塊中に数えられる卵嚢数は多く，幼生の孵化期間も短く（大体2～3週間以内），大形卵嚢をもつものでは全体の卵嚢数は少なく孵化期間は長い（4～5週以上）。この様な事実に就いては THORSON[12] も記録して居るが，これは卵塊が産出される環境条件によく適合している様に思える。即ち，ヒメツメタの場合の様に，他の種類と異つて比較的深みの安全と思われる全然干出しない所に産出される事は乾燥或は潮先きの波浪等による障害から防禦されているものと考えられる。

摘　　要

1）邦産 Naticidae の中，*Sinum*, *Neverita*, *Natica* の3属を含む7種の卵塊及びその孵化幼生に就いて研究した。

2）卵塊の同定に当つては，各種の卵塊を飼育して得られた幼殻と，卵塊採集地附近で採集された可及的小形の成形貝の鮮明な胎殻とを比較し一致するものを以つて決定した。

3）成形貝に残る胎殻は後生殻が重なるので孵出時の大きさよりも小さく観察される場合とそうでない場合とがある。

4）胎殻の大きい種類では卵嚢は大きく，孵化期間も比較的長くて，発育の進んだ匍匐期

で孵出し，産出される場所も比較的沖側の安全と思われる所が選ばれる。小さい胎殻が見られる種類では卵嚢も小さく孵化期間も短く，発育初期の被面子期で孵化し，比較的陸に近い浅い所に産出される。

5）卵塊の垂直断面では1卵室中に1卵嚢入つているものと，多くの卵嚢が入つているものとの2群があり，前者の種類では卵塊の下周縁に多少ともうねり或は波状褶が認められ且つ上縁の直立部の存在が顕著であるが，後者の種類では両方とも認め難い。

6）概ね1卵嚢に1卵をもつが，種類によつては2～3個の卵を包含している卵嚢が混る場合がある。卵嚢と卵室とは分離出来る種類と出来ない種類並びに分離困難なものとの3がある。

7）孵出幼生の殻表の彫刻は褶状の顕著な螺条線が認められる種類と微粒のみを密布する種類との2群があり，各種に就いても種的相異が略認められる。

8）幼生の足部は各属によつて異り，*Sinum* 属では棍棒状の後方突出が認められ，*Neverita* 属では前足部の発達が著しく，*Natica* 属では前2属の様な顕著な形質が認められず足部後端が三角形状を呈する。

文　献

1）ANKEL, W. E.: 1930. Nähreierbildung bei Natica catena (Da Costa). Zool. Anz. Bd. **89**. pp. 129～135.

2）DALL, W. H.: 1924. The value of the nuclear characters in the Classification of marine gastropods. Jour. Wash. Acad. Sci. **14**, 177～180.

3）GIGLIOLI, M. E. C.: 1955. The egg masses of the Naticidae (Gastropoda). Jour. Fish. Res. Board of Canada **12** (2), pp. 287～327.

4）HERTLING, H.: 1932. Zur Kenntnis des Laichbandes und der Veliger-Larven von Natica pulchella Risso. Zool. Anz. Bd. **100**, 95～100.

5）木下虎一郎：1951. 北海道浅海増殖害敵生物篇　水産科学叢書第7輯，左文字書店.

6）KNUDSEN, J.: 1950. Egg capsule and development of some marine prosobranchs from Tropical West Africa Atlancide Rep. No. **1**. pp. 85～129.

7）LEBOUR, M. V.; 1937. The eggs and larvae of the British prosobranhs with special reference to those living in the plankton. Jour. Mar. Biol. Assoc. U.K. **22**. pp. 105～166.

8）ODNHER, N. H.: 1914. Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno. Beiträge zur Kenntnis der marinen Molluskenfauna von Rovigno in Istrine. Zool. Anz. Bd. **44**. pp. 156～170.

9）PELSENEER, P.: 1906. Mollusca in a Treatise on Zoology, edited by E. Roy Lankester. Part 5.

10）滝　庸：1934. ツメタガイ Polinices (Neverita) didyma (Bolten) に就いて，Venus. **4** (4), pp. 224～234.

11）THORSON, G.: 1940. Studies on the egg-masses and larval development of

Gastropoda from the Iranian Gulf. Dan. Sci. Invest. Iran. **2** pp. 159～238.

12) ――――: 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. Medd. Komm. Danm. Fisk. og Havunders. Ser. Plankton, **4** (1), pp. 1～523.

13) ――――: 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biol. Rev **25**, pp. 1～45.

14) VERRILL, A. E.: 1859. Report on the invertebrate animals of Vineyard Sound and adjacent waters, with an account of the physical features of the region. Rep. U. S. Fish. Comm., **1**. pp. 634～698.

15) 渡辺 一: 1938. 貝類の害敵ヘソクリガイに就いて, 養殖会誌, **10**. (10～12) pp. 97～103.

16) 吉田 裕: 1953. 浅海産有用二枚貝の稚仔の研究. 水産講習所研究報告, **3** (4), pp. 1～105.

昭和30年12月17日印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和30年12月20日発行　農林省水産講習所
（非売品）
下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社
印刷者　藤田永之進